

LEANDRO GUIMARÃES GARCIA & TATIANA COSTA MARTINS
(ORGANIZADORES)

POSSIBILIDADES DE APRENDIZAGEM E MEDIAÇÕES DO ENSINO COM O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS: DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS

VOLUME 2



LEANDRO GUIMARÃES GARCIA & TATIANA COSTA MARTINS
(ORGANIZADORES)

**POSSIBILIDADES DE APRENDIZAGEM
E MEDIAÇÕES DO ENSINO COM O
USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS:
DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS**

VOLUME 2



Palmas- TO
2021

Universidade Federal do Tocantins

Editora da Universidade Federal do Tocantins - EDUFT

Reitor

Luis Eduardo Bovolato

Vice-reitora

Ana Lúcia de Medeiros

Pró-Reitor de Administração e Finanças (PROAD)

Jaasiel Nascimento Lima

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis (PROEST)

Kherley Caxias Batista Barbosa

Pró-Reitora de Extensão, Cultura e Assuntos Comunitários (PROEX)

Maria Santana Ferreira Milhomem

Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas (PROGEDEP)

Vânia Maria de Araújo Passos

Pró-Reitor de Graduação (PROGRAD)

Eduardo José Cezari

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESQ)

Raphael Sanzio Pimenta

Conselho Editorial

Presidente

Francisco Gilson Rebouças Porto Junior

Membros por área:

Lilium Deisy Ghizoni
Eder Ahmad Charaf Eddine
(Ciências Biológicas e da Saúde)

João Nunes da Silva
Ana Roseli Paes dos Santos
Lidiane Salvatierra
Wilson Rogério dos Santos
(Interdisciplinar)

Alexandre Tadeu Rossini da Silva
Maxwell Diógenes Bandeira de Melo
(Engenharias, Ciências Exatas e da Terra)

Francisco Gilson Rebouças Porto Junior
Thays Assunção Reis
Vinicius Pinheiro Marques
(Ciências Sociais Aplicadas)

Marcos Alexandre de Melo Santiago
Tiago Groh de Mello Cesar
William Douglas Guilherme
Gustavo Cunha Araújo
(Ciências Humanas, Letras e Artes)

Comitê Editorial do Selo do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde (PPGECS)

Presidente

Leandro Guimarães Garcia

Membros do Comitê Editorial

Fernando Quaresma
Janeisi de Lima Meira
José Lauro Martins
Erika da Silva Maciel

Diagramação e capa: Gráfica Movimento

Arte de capa: Gráfica Movimento

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.



<http://www.abecbrasil.org.br>



<http://www.abeu.org.br>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

G216p

Garcia, Leandro Guimarães.

Possibilidades de aprendizagem e mediações do ensino com o uso das tecnologias digitais: desafios contemporâneos / Organizadores: Leandro Guimarães Garcia, Tatiana Costa Martins. – Palmas: EDUFT, 2021.

258 p. ; il. ; 21 x 29,7 cm. (v.2)

ISBN 978-65-89119-85-2 (epub)

1. Ensino. 2. Tecnologias, digitais. 3. Contemporâneo, desafios. 4. Educação. 5. Aprendizagem. 6. Tecnologias, uso. 7. Tecnofilia. 8. Tecnofobia. 9. TICs. I. Tatiana Costa Martins. II. Título. III. Subtítulo.

CDD – 370

SUMÁRIO

PREFÁCIO	11
A LITERACIA DIGITAL COMO ELEMENTO INTEGRADOR DO PROFESSOR NO <i>DESIGN</i> INSTRUCIONAL E PLANEJAMENTO.	13
Introdução.	13
1 O conceito de literacia digital	15
2 <i>Design</i> Instrucional	18
2.1 Breve histórico do <i>design</i> instrucional	18
2.2 Breve discussão sobre o <i>design</i> instrucional	21
2.3 Um exemplo de um modelo para o <i>design</i> instrucional - 4C/ID	22
3 Planejamento	25
3.1 Planejamento por Ralph Winfred Tyler	26
3.2 Planejamento através do uso da taxonomia de Bloom	28
3.4 Planejamento reverso por Wiggins e McTighe	34
3.5 Planejamento aliado com a literacia digital	36
3.6 Planejamento e <i>design</i> instrucional sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa	38
3.7 Planejamento e <i>design</i> instrucional sob a ótica de Jerome Seymour Bruner e Pura Lúcia Oliver Martins	39
3.7.1 Introdução	39
3.7.2 Jerome Seymour Bruner	39
3.7.3 Pura Lúcia Oliver Martins	42
3.7.4 Reflexões acerca das visões de Jerome Bruner e Pura Lúcia Oliver Martins	45
3.8 Planejamento e <i>design</i> instrucional sob a ótica de George Snyders	46
3.9 Planejamento humanista: Pedagogia Logosófica	50
3.10 Planejamento sob a ótica de Paulo Freire	52
3.10.1 Paulo Freire e as Comunidades Virtuais de Aprendizagem e Comunidades de Prática	55
3.11 Contribuições da Neurociência para o Planejamento	56
3.12 O planejamento na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem	63
3.13 <i>Design Thinking</i>	68
3.13.1 <i>Design Thinking</i> na educação	69
Considerações Finais	72
Referências	73

A LITERACIA DIGITAL NA CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE: CURADORIA DE CONTEÚDOS E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM	83
Introdução.	83
1 A curadoria de conteúdos web na ação docente	84
2 Avaliação	89
2.1 Avaliação por Robert Glaser.	90
2.1.1 O quê e como avaliar	90
2.1.1.1 A avaliação diagnóstica (compreendendo quem é este sujeito, envolto pelo ato de aprender, e como ele se relaciona com o objeto da sua aprendizagem)	90
2.1.1.2 Integrando planejamento e avaliação através do <i>design</i> instrucional (avaliação de habilidades, competências e <i>expertise</i>)	91
2.1.2 O que fazer com os resultados da avaliação.	93
2.2 A avaliação da/para a aprendizagem	94
2.3 A avaliação sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa	97
2.4 A avaliação nas modalidades híbridas e <i>online</i>	98
2.5 A avaliação segundo George Snyders.	101
2.6 A avaliação sob o enfoque da Pedagogia Logosófica.	102
2.7 Avaliação segundo Paulo Freire.	103
2.8 A avaliação na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem	105
Considerações Finais	107
Referências	108
E-LEARNING, AVEA, REDES DE APRENDIZAGEM E COMUNIDADES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM.	112
Introdução.	112
1 Ensino a Distância (EaD), Ensino Online, E-Learning	114
2 Redes, Redes Sociais e Redes de Aprendizagem.	116
2.1 Redes.	116
2.2 Redes Sociais e de Aprendizagem.	117
3 Comunidade, Comunidades de Prática, Comunidades de Aprendizagem e Comunidades Virtuais de Aprendizagem	118
3.1 Comunidade.	118
3.2 Comunidades de Prática.	119
3.3 Comunidades de Aprendizagem.	121
3.4 Comunidades Virtuais de Aprendizagem.	122
4 Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA).	124
5 O papel do educador nas Comunidades Virtuais de Aprendizagem.	126

6 O modelo CAIA: proposta de estrutura teórica para a criação de ambientes de aprendizagem eficazes	128
6.1 Ambientes de Aprendizagem Eficazes	128
6.2 O Modelo CAIA	129
6.3 Aplicação do Modelo e Integração de Tecnologias Educativas	131
Considerações Finais	131
Referências	132
SISTEMAS TUTORIAIS INTELIGENTES E SISTEMAS DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA ..	137
Introdução	137
1 Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem Adaptativos	139
1.1 Tutores Inteligentes	140
1.2 Agentes Inteligentes	143
1.3 Agentes Pedagógicos	144
1.4 Sistemas multiagentes	145
2 Ambientes Inteligentes de Aprendizagem	145
3 Sistemas Adaptativos	146
4 Exemplo de uso de sistemas de tutores inteligentes	147
5 Sistema de Hipermídia Adaptativa (SHA)	149
6 Exemplo de Uso de Sistema de Hipermídia Adaptativa	150
7 Diferenças e similaridades entre SHA e STI	152
Considerações finais	153
Referências	154
LUDOCENTRISMO: COMO E PORQUÊ UTILIZAR NA EDUCAÇÃO	159
Introdução	159
1 Ludicidade e suas expressões	160
2 O Brincar e as Brincadeiras	161
3 O Jogar e os Jogos	161
4 O Design de Jogos	162
5 A Gamificação	163
5.1 Teorias da aprendizagem e gamificação	164
6 Game Based Learning (GBL)	166
Considerações Finais	167
Referências	168
A ROBÓTICA NA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA: CONTRIBUIÇÕES À PRÁTICA EDUCATIVA	171
Introdução	171

1 A trajetória da Robótica	173
1.1 Recorte histórico	173
1.2 Definições e características técnicas de um robô moderno	174
2 Aspectos da Robótica na perspectiva pedagógica	175
2.1 Ferramentas utilizadas em robótica no ambiente educativo	176
3 Formas de abordagem da Robótica do ponto de vista da aprendizagem e suas aplicações na escola	177
Considerações Finais	179
Referências	180
LABORATÓRIOS TRADICIONAIS, REMOTOS E SIMULADORES	183
Introdução	183
1 Simuladores na Educação	184
1.1 Uso de simuladores em Educação	185
1.2 Compreendendo o uso do Software de simulação em Educação	186
2 Laboratórios Remotos	187
3 As vantagens e desvantagens da implementação e do uso dos diversos tipos de laboratórios	189
3.1 Financeiro	189
3.1.1 Custo de aquisição, instalação e operação de equipamentos	189
3.1.2 Compartilhamento de recursos	191
3.1.3 Supervisão de instrutores	191
3.2 Forma de acesso	191
3.2.1 Experimentação com dados reais	191
3.2.2 Demanda por espaço físico	192
3.2.3 Acesso do aprendente ao experimento em qualquer lugar	192
3.2.4 Flexibilidade de horário	192
3.2.5 Acessibilidade	193
3.2.6 Segurança do aprendente ao realizar o experimento	193
3.3 Infraestrutura	194
3.3.1. Manipulação de equipamentos reais	194
3.3.2. Desempenho na transmissão de dados na rede	194
3.3.3. Implantação	195
3.4 Pedagógico	195
3.4.1 Motivação	195
3.4.2 Facilidade de uso	196
3.4.3 Impacto nas habilidades técnicas	196

3.4.4 Tempo em que o experimento fica disponível	196
3.4.5 Material de apoio e/ou guia do usuário	197
3.4.6 Compreensão Conceitual	197
3.4.7 Trabalho colaborativo	197
3.4.8 Experiência Sensorial	198
3.4.9 Facilidade de replicação do experimento	198
Considerações Finais.	198
Referências	200
Apêndice – Estudos Citados na seção 4	213
AS TECNOLOGIAS DE REALIDADE E SUAS APLICAÇÕES NO ENSINO.	221
Introdução.	221
1 Breve Histórico acerca das Tecnologias de Realidade.	222
2 VR (realidade virtual) / AR (realidade aumentada) / MR (realidade mista) / XR (realidade estendida) / XYR (realidade mediada)	227
2.1 VR – <i>Virtual Reality</i> (Realidade Virtual).	228
2.1.1 VR imersiva	229
2.1.1.1 Como a VR imersiva funciona	230
2.1.1.1.1 Estereoscopia	230
2.1.1.1.2 Tracking (Rastreamento).	231
2.1.2 VR não imersiva	232
2.2 AR – <i>Augmented Reality</i> (Realidade Aumentada)	233
2.3 MR - <i>Mixed Reality</i> (Realidade Mista)	234
2.4 XR – <i>Extended Reality</i> (Realidade Estendida).	235
2.5 XYR - <i>Mediated Reality</i> (Realidade Mediada).	237
2.5.1 Realidade mediada deliberadamente.	237
2.5.2 Realidade mediada não deliberadamente.	238
2.5.3 O <i>continuum</i> da realidade mediada	238
3 Vantagens e Limitações das Tecnologias da Realidade	239
3.1 Vantagens	239
3.2 Limitações.	240
4 Aplicações das Tecnologias de Realidade no Ensino	241
4.1 Realidade Aumentada.	241
4.2 Realidade Virtual Imersiva	243
Considerações Finais.	245
Referências	245
Sobre os autores.	250

PREFÁCIO

Vemos o mundo passando por grandes mudanças nas últimas décadas e, com o advento das tecnologias, essas transformações podem ter sido intensificadas, graças às grandes contribuições que os recursos tecnológicos trouxeram para a vida humana, como o acesso rápido à informação e a simplificação de atividades mais complexas.

Estas ferramentas estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano, em atividades rotineiras, como a comunicação e o acesso à informação. O rápido acesso à extensa quantidade de informações e o surgimento de softwares – que crescem em passos acelerados – vão tornando o homem cada vez mais dependente desses recursos.

Não conseguimos pensar em uma cidadã ou cidadão, no exercício pleno dos seus direitos e deveres, sem ter acesso a esses instrumentos. Afinal, dependendo da apropriação dessas novas tecnologias, teremos a possibilidade de uma maior ou menor concentração de saber e poder. Daí a fundamental importância de a informática estar aliada ao conhecimento para caracterizar-se como um caminho à cidadania.

Nesse sentido, é importante que a informática esteja presente no currículo escolar; os computadores estão presentes no cotidiano de alunos e professores, e à escola cabe o dever de propiciar ao aluno as aprendizagens por meio das novas tecnologias.

O professor atua como agente transformador de conhecimento, dessa forma, precisa estar preparado para conseguir operacionalizar o conteúdo em jogo, dentro do cenário didático de forma adequada, mobilizadora, questionadora e desafiante, para que tire o melhor proveito desta tecnologia. Envolver os professores nesse contexto é um grande desafio porque não se trata de ensiná-los somente a manusear a tecnologia, mas sim, de indicar o caminho para um novo tipo de produção.

Dentro desse espectro, a OBRA nos surpreende pela possibilidade de oportunizar aos professores esse caminho para reflexões sobre diferentes aspectos do uso das novas tecnologias em sala de aula. Não se trata de uma obra que nos traz conteúdos amplamente debatidos nas formações de professores ou nos corredores das escolas, assim, nos proporciona novas aprendizagens e novas reflexões sobre a prática docente e todo ecossistema escolar. Outrossim, temos textos muito bem escritos e bem ordenados, nota-se um encadeamento muito interessante entre os capítulos que, além de dar um *continuum*, promove uma cadência na sequência da leitura, tornando-a fluída e de fácil entendimento por parte dos leitores.

Percebemos, já no primeiro capítulo, a preocupação na discussão sobre a importância para a formação integral do professor, a partir do conceito de literacia digital aplicada aos professores em seu cotidiano didático. No segundo capítulo, continuamos com a discussão entorno da literacia, porém, focando na curadoria e avaliação. Avançando a conversa para seleções de Materiais/Conteúdos/Objetos Digitais de Aprendizagem, de forma sistematizada, e buscando promover uma avaliação crítica e conectada ao uso das tecnologias digitais.

O terceiro capítulo nos proporciona uma excelente discussão sobre Ensino a Distância (EaD), Ensino Online, E-Learning, tema extremamente pertinente ao momento de crise sanitária

mundial que estamos vivendo, e que muitas escolas optaram como alternativa pedagógica para reduzir os impactos negativos no processo de aprendizagem durante a pandemia.

Avançando sobre ambientes virtuais de ensino e aprendizagem adaptativos, o quarto capítulo, nos permite um olhar sobre os Sistemas Tutoriais Inteligentes e Sistemas de Hipermedia Adaptativa, ampliando a gama de possibilidades e de novos horizontes, a partir do uso de um aplicativo ou de um computador.

Os capítulos seguintes – quinto, sexto e sétimo – fornecem aos professores, apoiados no Ludocentrismo, na Robótica e nos Laboratórios, modelos educativos que permitem uma postura mais ativa dos alunos em seu processo de construção de conhecimentos.

Por fim, o oitavo capítulo, dessa coletânea, promove uma conversa sobre as tecnologias de realidade e suas aplicações no ensino, indicando que o uso dessas tecnologias poderá impulsionar o processo de aprendizagem, tornando-o suave, divertido e menos confuso.

Foi gratificante percorrer por todos os capítulos desse livro. A leitura me possibilitou pensar em diversas formas de usar as novas tecnologias em sala de aula, além de observar suas restrições. Pudemos identificar ainda que, a integração da Tecnologia Digital no ambiente da sala de aula é complexa, além de ter fatores alheios ao papel do professor, é preciso um bom planejamento e várias explorações, e isso requer tempo. Contudo, podem trazer resultados extraordinários.

Bonne lecture à tous!

Marcus Bessa de Menezes, 2021.

A LITERACIA DIGITAL COMO ELEMENTO INTEGRADOR DO PROFESSOR NO *DESIGN* INSTRUCIONAL E PLANEJAMENTO

Leandro Guimarães Garcia

Elaine Jesus Alves

Karine Pinheiro de Souza

Grayce Lemos

Luís Fernando Lopes

Amália Rebouças de Paiva e Oliveira

Ruth do Prado Cabral

Ana Leticia Covre Odorizzi Marquezan

Sheyla Maria Fontenele Macedo

Planejar o ensino significa pensar sobre algumas questões: Por quê, para quê e como ensinar? Quem ensina? Quem aprende? Quais os resultados do ensino? Mas não é só. É preciso ir além, a fim de evidenciar as relações entre os processos sociais que repercutem no ato de ensinar. O planejamento do ensino não constitui apenas uma expressão técnica e linear (VEIGA, 2006, p.28).

Introdução

No mundo contemporâneo, conectado em redes de comunicação digital, em que os aprendentes usam cada vez mais cedo os artefatos tecnológicos, e desenvolvem naturalmente habilidades para seu uso, urge a necessidade de o professor investir na criação de competências suficientemente amplas que lhes permitam ter uma atuação efetiva no manuseio fluente das mídias, e aplicá-las criativamente na sua prática pedagógica junto a seus discentes. O investimento no desenvolvimento de competências correlatas à literacia digital, nos cursos de formação de professores, deveria ocupar um lugar de destaque na agenda política.

Na Europa, a literacia digital ou mediática constitui uma preocupação dos órgãos de educação pública, tal como no Brasil, fala-se muito em letramento digital. O Conselho Nacional da Educação de Portugal instituiu um documento intitulado — Recomendações sobre a Educação para Literacia Mediática (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA DE PORTUGAL, Recomendação nº 6/2011) em que aborda três tipos de aprendizagens necessárias para noção integrada de literacia mediática ou digital: o acesso à informação e à comunicação - o saber procurar,

guardar, arrumar, partilhar, citar, tratar e avaliar criticamente a informação pertinente, atendendo-se também à credibilidade das fontes; a compreensão crítica dos media¹ e da mensagem mediática - quem produz, o quê, por quê, para quê, por quais meios; e o uso criativo e responsável dos media para expressar e comunicar ideias e para delas fazer um uso eficaz de participação cívica (ALVES, 2017).

No Brasil, tem-se implementado políticas públicas de formação continuada a professores da rede básica utilizando as tecnologias de informação e comunicação. Projetos como PROINFO, TV Escola, Salto para o Futuro, UCA (Um Computador por Aluno), Mídias na Educação, PARFOR, UAB, entre outros, constituem iniciativas do governo em inserir as tecnologias no cotidiano dos professores e alunos da rede pública. Estudos recentes revelam que os professores, em formação nestes programas, encontram dificuldades com o uso das tecnologias, e existe um considerável índice de evasão ocasionada pela falta de fluência tecnológica (ATAÍDE, 2012; ALVES e FARIA, 2012; MENESES, 2011). Os problemas se localizam, desde a falta de infraestrutura das escolas para efetivarem o programa, às dificuldades dos professores em incorporar essa nova dinâmica escolar com uso das mídias. Entretanto, no Brasil, não existem registros de iniciativas voltadas para a formação dos professores para as competências da literacia digital, fator que pode contribuir para o insucesso de alguns programas de inclusão digital direcionados para este público (ALVES *et al.*, 2014).

A falta de conhecimento sobre o conceito de literacia digital, e da sua importância para a formação integral do professor, constituem fator que limita os formuladores de políticas públicas no Brasil a fomentar ações de formação efetiva, de desenvolvimento de competências de literacia digital, nos cursos de formação inicial e continuada de professores. Pesquisas realizadas no campo de mapeamento de políticas públicas, que projetam o lugar das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) na agenda governamental, no âmbito dos cursos de formação docente, indicam que a preocupação em equipar as escolas com computadores constitui prioridade, em detrimento à formação do professor para integrar as tecnologias na sua prática pedagógica, com foco na literacia digital (ALMEIDA, 2008; RODRIGUES 2017).

Em um estudo comparativo (ALVES e PORTO, 2020) que investigou a situação atual da Tecnologia Educativa (TE) nos currículos de cursos de formação de professores na Universidade Federal do Tocantins (Brasil) e a Universidade do Minho (Portugal), constatou-se que, em ambas as universidades, a TE é inserida nos currículos das licenciaturas em forma de disciplinas específicas, sendo insuficiente no tocante ao tratamento transversal e interdisciplinar. O tratamento das tecnologias como elemento externo, ou alternativo, nos currículos dos cursos de formação inicial, corrobora para a manutenção do cenário de professores egressos da universidade, despreparados no tocante às competências e habilidades de literacia digital.

Considerando a importância desta temática, este capítulo pretende aprofundar o conceito de literacia digital aplicada aos professores nas suas ações didáticas em quatro eixos: *design* instrucional, planejamento, curadoria de conteúdos na web e avaliação. Na primeira parte do texto, buscamos tecer o conceito de literacia digital que mais se aplica ao contexto educacional.

Na sequência, explorando os eixos do *design* instrucional e planejamento, apresentamos estratégias que podem ser usadas pelos professores para planejar suas aulas presenciais ou online com suporte de artefatos tecnológicos. Na parte do texto que se segue, o foco será a curadoria de conteúdos na web, que constitui uma das habilidades da literacia digital. Será abordado como o professor pode fazer uso de conteúdos/recursos já disponíveis na rede. Na última parte do

texto apresentaremos o conceito do avaliar da e para a aprendizagem, agregado aos conceitos da educação online, tecendo algumas reflexões sobre os processos reflexivos da heteroavaliação, autoavaliação, coavaliação, com algumas sugestões de recursos e interfaces para promover este processo.

1 O conceito de literacia digital

Acerca do conceito de letramento digital, encontra-se em Cieb (2020, p. 20):

esse conceito destaca os modos de ler e escrever informações, códigos e sinais verbais e não verbais com uso do computador e demais dispositivos digitais, abordando o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao uso dos equipamentos e seus softwares com proficiência.

Ainda na perspectiva didática da Tecnologia Educacional, Ramos e Faria (2012, p. 48) descrevem literacia informacional como “uma utilização reflexiva e crítica, baseada em processos de pensamento de ordem superior, desses recursos [das TDIC], à serviço da pesquisa, tratamento e análise da informação”.

Neste livro, consideramos o termo literacia digital como a integração dos conceitos de letramento digital e literacia informacional. Sendo assim, podemos afirmar que, no caso dos professores, a literacia digital está envolvida com, além do uso instrumental cotidiano das tecnologias, a sua apropriação crítica, usando-as de modo adequado na realização de projetos multidisciplinares e colaborativos (ALVES, 2017).

Também poderíamos definir a literacia digital para os *medias* tal qual Pinto *et al.* (2011, p. 24):

Trata-se do conjunto de conhecimentos, capacidades e competências (e os processos da respectiva aquisição) relativas ao acesso, uso esclarecido, pesquisa e análise crítica dos media, bem como as capacidades de expressão e de comunicação através desses mesmos media.

A literacia digital envolve mais que a mera habilidade de operar um dispositivo digital ou usar um *software*, inclui um complexo cognitivo, motor, emocional, cultural e sociológico do usuário. De acordo com Luke (2000), no contexto da cibercultura, especialista não é quem está a par de todas as notícias e informações, mas aquele que, tomando conhecimento dos fatos descontextualizados, procura a conexão entre os recortes de informações, associa outras informações relevantes e consegue fazer uma leitura crítica da situação.

Porém, na análise de Buckingham (2008), a maioria das discussões sobre a literacia digital continua a focar a informação, e tendem a negligenciar os usos culturais e sociais da internet. Segundo o autor, a preocupação geral dos formuladores de políticas públicas é maior com a promoção eficiente do meio: equipar escolas e telecentros com máquinas e fomentar cursos para uso instrumental dos equipamentos. Até mesmo os guias populares (GILSTER, 1997; WARLICK, 2005) para a literacia digital, que abordam a necessidade de avaliar o conteúdo *on-line*, possuem formulações concentradas no *know-how* técnico, que relativamente não é difícil de conseguir, e em habilidades que se tornam, rapidamente, obsoletas.

Para Loureiro e Rocha (2012, p. 2729) a literacia digital pressupõe:

1. Gerir e organizar informação para a poder utilizar no futuro;
2. Saber como aceder a informação e saber como a recolher em ambientes virtuais/digitais;
3. Avaliar, integrar, interpretar e comparar informação de múltiplas fontes;
4. Criar e gerar conhecimento, adaptando, aplicando e recriando nova informação;
5. Comunicar e transmitir informação para diferentes e variadas audiências, através de meios adequados.

Por outro lado, a falta destas competências afeta o processo de construção e afirmação dos indivíduos, produzindo a exclusão social e desigualdade (LOPES, 2012). É imperativo, portanto, que a literacia digital seja amplamente difundida nos diversos campos da sociedade: na formação de professores e técnicos, nas escolas, nas universidades e em programas voltados à adultos e idosos (ALVES e SILVA, 2015).

Stuart A. Selber (2004) construiu um modelo teórico de multiliteracias baseado em três níveis e categorias principais que são independentes entre si, mas que se relacionam de forma dinâmica. Saito e Souza (2011, adaptado pelos autores) sintetizaram em um quadro o modelo de Selber, que classifica a proficiência no uso das TDIC em 3 dimensões: (1) Literacia Digital Funcional; (2) Literacia Digital Crítica e (3) Literacia Digital Retórica. Interessante ressaltar que Selber usou para cada categoria metáforas explicativas, parâmetros de análise e habilidades a serem desenvolvidas em cada nível:

Quadro 1: Esquema de Selber para os Multiletramentos Digitais

Multiletramentos Digitais			
Nível de LD	LD Funcional	LD Crítico	LD Retórico
Metáfora relacionada às TICs	TDIC como ferramentas.	TDIC como artefatos culturais.	TDIC como mídia hipertextual.
Posição de sujeito	Indivíduos como usuários competentes de TDIC.	Indivíduos como questionadores informados das TDIC.	Indivíduos como produtores reflexivos de TDIC.
Parâmetros e qualidades a serem explorados	<p>1) Fins educacionais: atingir objetivos educacionais através das TDIC;</p> <p>2) Convenções sociais: entender as convenções sociais que determinam os usos das TDIC;</p> <p>3) Discursos especializados: usar adequadamente os discursos associados às TDIC;</p> <p>4) Atividades gerenciais: gerenciar de modo inteligente o mundo <i>on-line</i>;</p> <p>5) Impasses tecnológicos: resolver os impasses tecnológicos de modo confiante e estratégico.</p>	<p>1) Culturas de design: investigar as perspectivas dominantes que constituem as culturas de design das TDIC e seus artefatos;</p> <p>2) Contextos de uso: compreender os contextos de uso como aspecto inseparável das TDIC que ajudam a constituí-las e contextualizá-las;</p> <p>3) Forças institucionais: entender as forças institucionais que modelam os usos das TDIC;</p> <p>4) Representações populares: investigar as representações que as TDIC têm no imaginário das pessoas.</p>	<p>1) Persuasão: entender que a persuasão permeia os contextos de design de interface, de modo implícito e explícito, e que isso sempre envolve forças e estruturas maiores (por exemplo, contextos de uso, ideologias);</p> <p>2) Deliberação: entender que os problemas de design de interface são problemas mal definidos cujas soluções são argumentos representacionais aos quais se chega através de várias atividades deliberativas;</p> <p>3) Reflexão: articular o conhecimento de design de interface em um nível consciente e sujeitar as ações e práticas à avaliação crítica;</p> <p>4) Ação social: compreender o design de interface como uma forma de ação social e não apenas como ação técnica.</p>

Fonte: adaptado pelos autores a partir de Saito e Souza (2011)

No modelo apresentado, observa-se que cada um dos parâmetros expande a noção de letramento anterior, partindo do uso básico e instrumental das tecnologias para o uso avançado e crítico, capacitando seus usuários a serem produtores reflexivos e não apenas usuários minimamente competentes. No campo educacional, espera-se dos professores o domínio destas habilidades com as tecnologias digitais, como se espera que um alfabetizador seja alfabetizado. O autor considera o processo de comunicação do homem-computador como um ato retórico, ou seja, não é a simples inserção das tecnologias, mas o agir/transformar em situações específicas.

Para que possamos atuar no desenvolvimento do planejamento, da curadoria e da avaliação, em uma perspectiva crítica e transformadora para o desenvolvimento da literacia digital, seguem as seguintes recomendações:

1. Integrar o uso das tecnologias digitais à práxis reflexiva;
2. Facilitar e inspirar a aprendizagem criativa dos jovens;
3. Projetar e desenvolver ações colaborativas e cooperativas de modo a desenvolver um trabalho contextualizado com as tecnologias digitais;
4. Promover resolução de problemas, usar várias estratégias para alcançar diferentes jovens, bem como criar ambientes diferenciados para apoiar o ensino-aprendizagem;
5. Ter a competência para identificar estilos e inteligências particulares de aprendizado dos jovens;
6. Desenvolver comunidades de práticas que usam trocas presenciais, virtuais e híbridas;
7. Promover a cidadania digital e a responsabilidade digital;
8. Possibilitar o desenvolvimento da pesquisa numa perspectiva interdisciplinar, responsável e ética com as tecnologias digitais.

No tópico a seguir, dissertaremos sobre o *design* instrucional. Sua etimologia, definição e histórico. Depois, discutiremos suas etapas e possibilidades de uso. Que estratégias e recursos digitais podem contribuir para o *design* instrucional de aulas dinâmicas, participativas, interativas, e voltadas para a compreensão e construção de competências e comportamentos? Como desenvolver o *design* instrucional da disciplina/aula baseada na integração da nossa compreensão atual sobre a estrutura da memória humana com as TDIC?

2 *Design* Instrucional

A palavra *design*, do latim *designare*, pode significar designar, propor, determinar. Já o termo instrucional, do latim *instructione*, significa instrução (GOTARDO *et al.*, 2012). Desse modo, afirmamos que a combinação dessas palavras, para formar o termo *design* instrucional, faz alusão à possibilidade de propor estratégias para facilitar o processo de instrução de indivíduos. Segundo Gruber *et al.* (2019, p. 3), “para Sandars e Lafferty (2010), o *design* instrucional é o processo pelo qual o conteúdo é apresentado para o aluno de modo a produzir o máximo impacto na aprendizagem.” Segundo Morrison *et al.* (*apud* GRUBER *et al.*, 2019, p. 4), identificam-se “quatro elementos fundamentais para um *design* instrucional sistemático: aprendizes, objetivos, métodos e avaliação.”

2.1 Breve histórico do *design* instrucional

As origens do *design* instrucional datam da Segunda Guerra Mundial, onde diversos psicólogos e educadores foram agregados para a condução de pesquisa e desenvolvimento de materiais de treinamento para os serviços militares norte-americanos. Após o término da

Segunda Guerra Mundial, muitos desses profissionais foram absorvidos por instituições norte-americanas devotadas a continuar as pesquisas iniciadas naquela época. Em 1954, Burrhus Frederic Skinner² publicou um artigo onde discutiu suas ideias de como potencializar o aprendizado humano, e de como deveriam ser as características dos materiais instrucionais para a realização da instrução programada. Já nessa época, ele afirmava que o material instrucional seria mais efetivo se apresentasse instrução em pequenos passos, requeresse respostas ativas a questões frequentes, fornecesse retroalimentação imediata e permitisse o aprendizado no ritmo do aprendente (REISER, 2001).

Em 1949, Ralph Tyler publicou um livro, fruto de estudo de 8 anos (realizado entre 1933 e 1941), onde declarou a necessidade de definir os objetivos em termos de comportamentos a serem alcançados pelos aprendentes. A sua obra propunha um arcabouço para avaliação do ensino que consistia em 4 partes, e que se tornou conhecida como a Justificativa Tyler. Em 1956, Benjamin Bloom e colaboradores publicaram sobre a existência de vários tipos de resultados de aprendizagem nas áreas cognitiva, afetiva e psicomotora, e quais objetivos deveriam ser elencados de acordo com o tipo de comportamento desejado do aprendente. Essa taxonomia hierarquizava os possíveis resultados do processo de aprendizagem, e propunha a criação de testes específicos para medir cada um desses tipos. Em 1962, Robert Mager ensinava como escrever os objetivos que deveriam ser atingidos pelos usuários dos materiais dos cursos de instrução programada. No mesmo ano, Robert Gagné publicou um livro que condensou os principais achados das pesquisas no campo do *design* instrucional (REISER, 2001).

Robert Glaser, em 1963, introduziu a noção de testes referenciados a critério, em contraposição aos testes referenciados à norma, no processo de desenvolvimento do *design* instrucional. Os testes referenciados à norma fornecem uma estimativa da posição do aprendente dentro de uma população com determinadas características em comum, no que diz respeito a um comportamento avaliado. Os testes referenciados à critério, por sua vez, não comparam os aprendentes. Eles simplesmente avaliam o grau de proficiência de um aprendente acerca de um determinado comportamento esperado. Essa avaliação pode ser realizada na forma de notas pontuais, ou através do desempenho do aprendente, comparando seu comportamento inicial, ao entrar em algum curso, com seu comportamento final, ao sair dele, considerando nesse caso seu progresso (REISER, 2001).

Em 1965, Robert Gagné descreveu 5 domínios de resultados da aprendizagem, a saber: 1) conhecimento verbal; 2) habilidades intelectuais; 3) habilidades psicomotoras; 4) atitudes e 5) estratégias cognitivas. Ele discutiu em seu livro como deveria ser realizado o *design* instrucional, no sentido de promover as condições necessárias para obter resultados satisfatórios em cada um desses domínios de aprendizagem, através do que ele chamou de 9 eventos de instrução (atividades de ensino) (REISER, 2001).

Michael Scriven, em 1967, cunhou os termos avaliação formativa e avaliação somativa, relacionados à avaliação de material instrucional na instrução programada, após perceber que conteúdos escritos por especialistas, muitas vezes, tinham baixa eficiência em promover aprendizagem. Para o autor, avaliação formativa refere-se à avaliação do material instrucional pelos aprendentes, antes desse material chegar à sua forma pronta para utilização. Dessa forma, as pessoas que estão produzindo o material poderiam revisá-lo e alterá-lo, de modo a melhorar sua eficácia, antes da entrega do produto finalizado. Avaliação somativa refere-se à avaliação de material instrucional após seu uso em algum curso, onde são realizadas diversas

análises pós-curso, no sentido de melhoria desse material. Posteriormente, Susan Markle, em 1976, descreveu de forma minuciosa como deveriam ser realizados os processos de avaliação formativa e somativa dos materiais instrucionais, servindo de base para as técnicas de avaliação usadas até hoje (REISER, 2001).

Durante a década de 1960, estudos sobre análise de tarefas, especificação de objetivos e testes referenciados à critério convergiram para a formação de um processo, ou modelo, para o *design* de materiais instrucionais de forma sistematizada. Nas décadas de 1970 e 1980, cresceu o número de modelos para *design* instrucional, além do número de nações e áreas que adotaram esse processo. Na década de 1980 também apareceram muitos estudos aplicando princípios da psicologia cognitiva ao processo de *design* instrucional, porém, sem muito sucesso. Ainda, na década de 1980, com o advento do computador, muita atenção foi voltada para a produção de instrução baseada no computador (REISER, 2001).

Na década de 1990, o escopo do campo de *design* instrucional foi ampliado para além da aprendizagem, passando a envolver também questões relacionadas à melhoria de performance humana. Ainda nessa década, surgiram muitos estudos aplicando teorias construtivistas³ ao processo de design instrucional, principalmente no que se relaciona à criação de tarefas de aprendizagem autênticas e contextualizadas. Entretanto, existem estudos que apontam que a abordagem construtivista, minimamente guiada durante a instrução, não funciona para aprendizes com pouco conhecimento e autonomia (KIRCHNER, 2006). Nessa década, também floresceram os sistemas de gestão de conhecimento baseados no computador para dar suporte ao aprendizado e performance (REISER, 2001).

Nas décadas que se seguiram até a atualidade, a internet abriu a possibilidade do ensino *online* para indústria, comércio e militares, e do ensino híbrido para o ensino básico e universitário, trazendo consigo novos desafios ao processo de *design* instrucional. Além disso, ainda por conta da internet, o ensino informal tornou-se extremamente importante à medida que os profissionais passaram a se valer do uso de bases de dados, ferramentas de suporte a performance, comunidades de prática *online* e outras redes sociais para se capacitarem, trazendo consigo o desafio de como incorporar essas práticas dentro do processo de *design* instrucional (REISER, 2001). Por fim, a utilização da semântica na representação do conhecimento, que permitirá que máquinas possam conversar entre si e com o ser humano de forma inteligente, permitindo a implementação de uma aprendizagem pervasiva⁴, provavelmente representará o próximo desafio para o processo de *design* instrucional.

2.2 Breve discussão sobre o *design* instrucional

O termo *design* instrucional recebe diversos nomes alternativos, tais como: engenharia instrucional, abordagem de sistemas, *design*/desenvolvimento de sistemas instrucionais (ISD) e desenvolvimento instrucional (REISER, 2001; GARRIDO, 2006). Todos esses termos se relacionam com a história do desenvolvimento desse campo de pesquisa, como podemos observar no texto anterior.

O *design* instrucional pode voltar-se ao projeto de cursos inteiros (procedimentos de macro *design*) usando princípios de *design* de sistemas instrucionais (ISD), ou voltar-se para o *design* de lições (procedimentos de micro *design*) (RICHEY, 2000).

Os modelos convencionais de projetos de macro *design* instrucional, conhecidos pela sigla coloquial ADDIE de *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*, estão estruturados da seguinte forma:

1. **Análise:** envolve a identificação de necessidades de aprendizagem, a definição de objetivos instrucionais e o levantamento das restrições envolvidas;
2. **Design e desenvolvimento:** quando ocorre o planejamento da instrução e a elaboração dos materiais e produtos instrucionais;
3. **Implementação:** quando se dá a capacitação e ambientação de docentes e alunos à proposta de design instrucional e a realização do evento ou situação de ensino-aprendizagem propriamente ditos; e por fim,
4. **Avaliação:** envolve o acompanhamento, a revisão e a manutenção do sistema proposto. (FILATRO e PICONEZ, 2004, p. 4).

Além desse modelo convencional, no decorrer dos anos, foram desenvolvidos diversos modelos específicos para o macro *design* instrucional, tais como o ARCS *Model of Motivation Design* (KELLER, 1987) e o 4C/ID (VAN MERRIËNBOER e KIRSCHNER, 2018).

Ao propor um modelo de projeto de macro *design* instrucional, deve-se levar em consideração que a aprendizagem é um processo interno que é:

1. Dependente de aprendizado anterior;
2. Estimulada e controlada por eventos externos;
3. Acelerada por instrução que varia dependendo da natureza do resultado desejado, e;
4. Precipitada pelo uso de estratégias instrucionais sequenciadas que fornecem motivação, direção, prática guiada, retroalimentação e reforço. (RICHEY, 2000, p.2)

Essas ideias derivam do trabalho de Robert Gagné e são fortemente influenciadas por teorias behavioristas⁵ e cognitivistas⁸ da aprendizagem. Consequentemente, parte dessas ideias foi extensivamente questionada pelos defensores de uma abordagem mais construtivista ou situada para o *design* instrucional (RICHEY, 2000).

Os defensores de uma abordagem construtivista para o *design* instrucional frisam a importância de um processo de aprendizagem autodeterminado pelo aprendente, mais individualizado, com maior peso para os eventos internos em relação aos externos, sendo menos orientado ao conteúdo, e mais orientado ao aprendente. Atualmente, as novas tecnologias digitais, como o uso dos AVEA's e da aprendizagem ubíqua, tornam possível a implementação dessa visão construtivista no *design* instrucional.

A abordagem construtivista tira o *designer* e o professor do centro do processo de condução da aprendizagem, e passa essa tarefa ao aprendente. Dessa forma, o professor passaria a ter um papel de tutor ou facilitador do processo de aprendizagem. Essa abordagem também advoga o uso de tarefas “autênticas”, no sentido de que sejam desenhadas de modo a refletir as condições e necessidades do mundo real. Nesse último aspecto, a abordagem construtivista coaduna-se com a visão da teoria da aprendizagem situada sobre a contextualização da aprendizagem para o design instrucional (RICHEY, 2000).

Além das questões inerentes ao macro *design* instrucional, faz-se necessária especial atenção ao micro *design* instrucional. Quando se trata do AVEA, o micro *design* instrucional pode ser amparado pela aplicação dos 12 princípios da teoria cognitiva da aprendizagem multimídia⁶, pelo ajuste das cargas cognitivas, de acordo com a teoria da carga cognitiva⁹, pelo uso do arcabouço dos eventos instrucionais de Gagné, dentre várias possibilidades. Muitas dessas teorias e modelos baseiam-se em décadas de pesquisa empírica e/ou desenvolvimento, no sentido de apresentar o conteúdo a ser aprendido, em uma lição multimídia, da forma mais eficiente possível para que ocorra o aprendizado.

É muito importante que o professor faça uso de algum modelo de *design* instrucional quando decidir incorporar o uso de algum AVEA à sua disciplina presencial, convertendo-a a uma disciplina híbrida. Dessa forma, o professor estará amparado por décadas de pesquisa e desenvolvimento em *design* instrucional, e teorias de aprendizagem, ao mesclar as modalidades presencial e online em sua disciplina.

2.3 Um exemplo de um modelo para o *design* instrucional - 4C/ID

Como discutido acima, existem diversos modelos para o macro *design* instrucional. Neste capítulo, descrevemos o modelo 4C/ID, em particular, devido ao fato de que a compreensão acerca da memória evoluiu para além das teorias de associação simples. Hoje, vislumbramos as representações de conhecimento como esquemas e modelos mentais integrados à níveis complexos de cognição e compreensão (GLASER, 1997). Dessa forma, acreditamos que esta compreensão acerca da estrutura cognitiva deva conduzir as técnicas modernas de instrução e avaliação.

A avaliação do aproveitamento, em uma disciplina ou curso, precisa levar em conta as estruturas mentais que se relacionam com a cognição. A teoria da aprendizagem a ser adotada “pode ser concebida como uma psicologia do desenvolvimento das mudanças de desempenho -

as mudanças que ocorrem à medida que o conhecimento e estratégias cognitivas complexas são adquiridas” (GLASER, 1990, p. 7). A medição do aproveitamento precisa identificar e avaliar essas mudanças de desempenho em vários níveis de aquisição (GLASER, 1990). Esta avaliação do aproveitamento precisa levar em consideração dois fatores: 1) a capacidade de carga cognitiva suportável pelo aprendente (ela é variável de acordo com as competências adquiridas por cada um), e 2) as mudanças necessárias à estrutura do *self* que podem ser fontes de dificuldade ou de facilitação para a mudança de comportamento.

O modelo de *design* instrucional 4C/ID é baseado na mesma arquitetura cognitiva que constitui a teoria da carga cognitiva, sendo desenvolvido totalmente paralelo à essa teoria. A Teoria da Carga Cognitiva contribui para este modelo instrutivo com um conjunto de procedimentos empiricamente validados, “de modo a gerir de forma eficiente a carga cognitiva imposta pelos materiais instrutivos, liberando a capacidade da memória de trabalho e promovendo a construção e reconstrução de esquemas mentais na memória de longo prazo” (MELO e MIRANDA, 2016, p. 262).

Apesar do modelo 4C/ID basear-se nos princípios da teoria da carga cognitiva, suas aplicações práticas não ocorrem na mesma dimensão. A teoria da carga cognitiva está envolvida com o micro *design* instrucional.

A teoria da carga cognitiva fornece princípios baseados em evidências que podem ser aplicados ao *design* de mensagens instrucionais ou unidades instrucionais relativamente curtas, como aulas, materiais escritos consistindo em texto e imagens e multimídia educacional (animações instrucionais, vídeos, simulações, jogos). (SWELLER *et al.*, 2019, p. 274).

O modelo 4C/ID, por sua vez, é voltado à promoção de aprendizagem complexa, caracterizada por elevada interatividade (SWELLER *et al.*, 2019). Dessa forma, fornece uma extensão importante para a teoria da carga cognitiva, haja vista que tem por concentração a concepção de programas educacionais de maior duração (por exemplo, cursos ou currículos completos), envolvidos com o macro *design* instrucional. Uma descrição completa desse modelo pode ser encontrada em Van Merriënboer e Kirschner (2018).

O modelo 4C/ID parte de duas premissas básicas. A primeira é que habilidades complexas incluem habilidades constituintes recorrentes e não recorrentes. As habilidades constituintes recorrentes podem ser adquiridas e desenvolvidas através de rotinas, enquanto as habilidades constituintes não recorrentes são adquiridas através de tarefas que exigem raciocínio e tomada de decisão. A segunda é que habilidades complexas podem ser alcançadas através de cursos ou programas construídos a partir de quatro componentes: I - tarefas de aprendizagem; II - informações de apoio; III - informações de procedimento; e IV - prática de tarefas parciais.

As tarefas de aprendizagem (indicadas pelos grandes círculos na figura 1) têm por base as tarefas da vida real, as quais, ao serem realizadas, proporcionam aos aprendentes habilidades recorrentes e não recorrentes, além da capacidade para coordená-las. Com a intenção de gerir a carga cognitiva intrínseca, os aprendentes iniciam trabalhando na resolução de tarefas de aprendizagem mais simples, e vão evoluindo gradativamente para tarefas de aprendizagem mais complexas, à medida que ganham experiência e acumulam habilidades (indicado pelas caixas pontilhadas compreendendo em seu interior várias tarefas de aprendizagem em sequência na figura 1). Com relação à carga cognitiva extrínseca, nessas tarefas, o apoio e a orientação ao

aluno são gradativamente diminuídos, para cada nível de complexidade (indicado pelo preenchimento decrescente dos círculos em cada nível de complexidade na figura 1).

Após a execução de todas as tarefas de aprendizagem, em um determinado nível (representado por uma caixa pontilhada específica com suas tarefas de aprendizagem na figura 1), os aprendentes passam para o próximo nível, onde repetirão todo o processo (representado pela caixa pontilhada seguinte com todas as suas tarefas de aprendizagem). A estratégia de utilização de tarefas simples didáticas, em direção a tarefas “autênticas” e mais complexas, é bastante relevante. Com o intuito de estimular a carga cognitiva germana⁷, todas as tarefas de aprendizagem apresentam alta variabilidade de práticas (indicadas pelos triângulos em diferentes posições nos círculos que correspondem às tarefas de aprendizagem na figura 1), de modo que os aprendentes desenvolvam a capacidade de resolver vários problemas diferentes do mundo real, através das competências adquiridas em um nível (potencializando a transferência⁸ na resolução de problemas) (SWELLER *et al.*, 2019)

As informações de apoio (indicadas pelas figuras geométricas em formato de L na figura 1) têm por base auxiliar os aprendentes quanto à aprendizagem de aspectos não recorrentes das tarefas de aprendizagem, ou seja, resolução de problemas, raciocínio, tomada de decisão. As informações de apoio expõem a estrutura teórica que servirá de base para a realização das tarefas de aprendizagem; têm vínculo forte com os níveis de complexidade das tarefas de aprendizagem, pois para a realização de tarefas mais complexas, os discentes precisam de informações de apoio cada vez mais elaboradas. Fornecem uma ponte entre o que os aprendentes já sabem e o que eles precisam saber para realizar com sucesso as tarefas de aprendizagem.

Para que não ocorra uma sobrecarga cognitiva, durante a realização das tarefas de aprendizagem, as informações de apoio geralmente são apresentadas antes da realização dessas tarefas. Desse modo, os aprendentes constroem esquemas mentais na memória de longo prazo, antes da realização de uma determinada tarefa de aprendizagem. Esses novos esquemas, armazenados na memória de longo prazo, são ativados durante a realização de uma tarefa de aprendizagem, teoricamente diminuindo a carga cognitiva necessária para a execução dessa tarefa de aprendizagem.

As informações de procedimento (indicadas pelas faixas pretas com setas apontando para cima na figura 1) ajudam os discentes a aprender a realizar os aspectos recorrentes das tarefas de aprendizagem, visando a automação do conhecimento. Consistem em instruções passo a passo para os aprendentes durante as práticas (instruções de como fazer) e retroalimentação corretiva. Apresentam poucos elementos de interatividade em comparação com as informações de apoio. Conforme Sweller (2019):

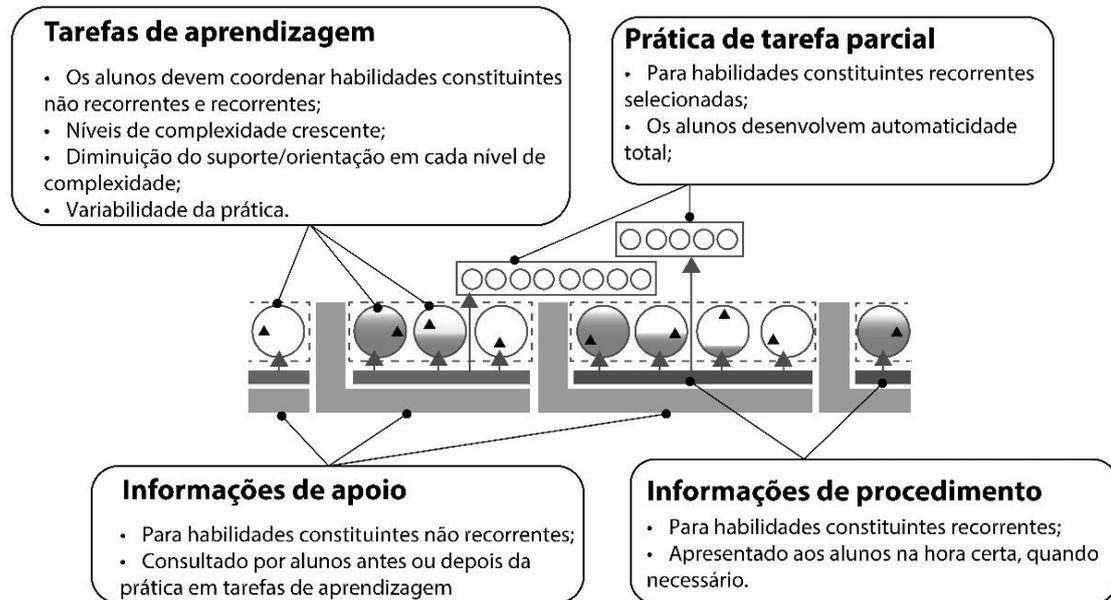
[...] apresentada na hora certa, precisamente quando os aprendentes precisam dela durante seu trabalho nas tarefas de aprendizagem, porque a formação de regras cognitivas (um subprocesso de automação) requer que as informações relevantes estejam ativas na memória de trabalho durante o desempenho da tarefa para que possam ser incorporadas a essas regras. (SWELLER, 2019, p. 276).

As práticas de tarefas parciais, de aspectos selecionados de tarefas recorrentes (indicadas por uma série de pequenos círculos dentro de retângulos na porção superior da figura 1), ajudam a reforçar as regras cognitivas (um outro subprocesso da automação). A automatização completa de habilidades recorrentes básicas ou críticas (como por exemplo decorar uma tabuada), pode

causar a diminuição da carga cognitiva associada à realização de uma tarefa de aprendizagem, ao liberar recursos de processamento para executar e aprender aspectos não recorrentes dessa tarefa.

O modelo de *design* instrucional 4C/ID pode ser sintetizado conforme a figura abaixo.

Figura 1: Modelo de design instrucional 4C/ID



Fonte: Extraído de Sweller (2019, p. 275)

No tópico a seguir, o foco será a aplicação da literacia digital no planejamento do professor. Que estratégias e recursos digitais podem contribuir para o planejamento de aulas dinâmicas, participativas, interativas e colaborativas? Como desenvolver o planejamento da disciplina/aula com ênfase na integração das tecnologias para o desenvolvimento da literacia digital?

3 Planejamento

Existem diversos níveis de abrangência atrelados ao planejamento na educação. Os mais importantes sendo os planejamentos educacional, escolar, curricular, de ensino e de aulas. O planejamento educacional, também chamado de planejamento do sistema de educação, é o de maior abrangência, corresponde ao planejamento feito em níveis nacional, estadual e municipal, estabelecendo diretrizes para o trabalho escolar (SANTOS *et al.*, 2019). O planejamento escolar, também chamado de planejamento da escola, estabelece objetivos e atividades didáticas para alcançá-los, dando origem ao documento que chamamos de PPP – Projeto Político Pedagógico (SANTOS *et al.*, 2019). O planejamento curricular estabelece as experiências educacionais oferecidas pela escola de forma organizada e separada, porém, conectadas longitudinalmente, para todos os anos (SANTOS *et al.*, 2019). O planejamento de ensino, também chamado de planejamento de curso, representa a organização de um roteiro das unidades didáticas para um

ano ou semestre (LIBÂNEO, 2013). O planejamento de ensino guia a criação do plano de aulas, e representa o detalhamento do plano de ensino para cada encontro entre docentes e discentes (SANTOS *et al.*, 2019).

3.1 Planejamento por Ralph Winfred Tyler

Iniciaremos nossa discussão sobre planejamento através de uma breve análise do trabalho de Ralph Winfred Tyler. O seu trabalho influenciou o pensamento e as práticas de diversos pesquisadores e educadores no decorrer dos anos. Segundo Alves (2013), antes de Tyler, era muito forte a influência da psicométrica⁹ e da docimologia¹⁰ sobre o processo avaliativo, que era focado em testes e medições. “Com Tyler, a avaliação começa a contemplar uma descrição de até que ponto os alunos atingem os objetivos definidos; a quantificação passou a ser um dos meios a serviço da avaliação, em vez de um fim em si mesma” (ALVES, 2013, p. 1809).

Ralph Winfred Tyler (1976) identifica 4 questões chave que precisam ser respondidas ao se desenvolver um plano educacional: 1) Quais objetivos educacionais a escola deve procurar atingir? Refere-se, portanto, ao planejamento escolar; 2) Quais experiências educacionais podem ser oferecidas de forma a alcançar esses objetivos? Esta pergunta relaciona-se ao planejamento curricular; 3) Como organizar essas experiências educacionais de modo que sejam efetivas? Referindo-se ao planejamento de ensino e de aulas; 4) Como nos certificarmos de que os objetivos almejados sejam alcançados? A pergunta relaciona-se a todos os níveis de planejamento citados acima.

O currículo, ou o plano educacional, baseado nas questões acima, recebeu o nome de currículo tyleriano. Esse tipo de currículo foi proposto após observação de que os programas educacionais de diversas escolas não possuíam objetivos claramente definidos, e que vários professores nessas escolas não tinham uma noção clara das metas que deveriam ser alcançadas (ALVES, 2013).

Na proposta de Tyler, toda a energia gasta no programa educacional é para alcançar os objetivos educacionais propostos. Para ele, os objetivos precisam ser formulados de modo a indicar “a espécie de comportamento a ser desenvolvido no estudante, como o conteúdo ou área de vida em que deve operar esse comportamento” (TYLER, 1976, p. 42). Tudo isso de forma coerente com os valores básicos do programa. Por fim, os objetivos precisariam passar por várias peneiras formadas por especialistas, com o intuito de eliminar elementos menos importantes e os contraditórios (ALVES, 2013).

Após analisar os critérios propostos por Tyler para a criação dos objetivos educacionais, surge a primeira crítica ao currículo tyleriano, como saber se os objetivos educacionais propostos são os melhores para determinada escola ou turma? A visão de Tyler era de que a pluralidade de fontes e visões é essencial para o alcance de bons resultados. Por conta disso, ele propõe caminhos que auxiliariam na definição dos objetivos educacionais como: 1) questionar os aprendizes sobre quais objetivos lhes interessa alcançar; 2) questionar os especialistas que não estão na escola sobre os objetivos que eles pensam ser importantes para um determinado conteúdo; 3) questionar quais objetivos deveriam ser contemplados para um determinado conteúdo de forma que sejam úteis para o dia-a-dia do aprendente; 4) mapear quais objetivos são úteis para a seleção de experiências de aprendizagem (ALVES, 2013).

A segunda pergunta da proposta de Tyler refere-se à seleção das experiências educacionais necessárias para alcançar os objetivos definidos. Segundo Alves (2013, p. 1815) os princípios gerais propostos por Tyler na seleção de experiências de aprendizagem são:

- I. a fim de ser alcançado um certo objetivo, o estudante deve ter experiências que lhe deem oportunidade de praticar a espécie de comportamento implicada pelo objetivo;
- II. as experiências de aprendizagem devem ser de tal natureza que o estudante obtenha satisfações em seguir a espécie de comportamento implicada pelo objetivo;
- III – as reações que se tem em vista da experiência devem estar incluídas no âmbito da possibilidade para os estudantes aos quais se destinam;
- IV. existem muitas experiências particulares suscetíveis de serem usadas para atingir os mesmos objetivos educacionais;
- V. a mesma experiência de aprendizagem produzirá, via de regra, diversos resultados, alguns até negativos.

Segundo Alves (2013), Tyler classifica as experiências educacionais em: experiências que desenvolvem a capacidade de raciocínio; experiências que auxiliam no desenvolvimento de experiências sociais; experiências que auxiliam no desenvolvimento de interesses; experiências que auxiliam a obtenção de informações.

A terceira pergunta da proposta de Tyler refere-se à organização das experiências educacionais de forma a manter a continuidade, sequência e integração das experiências curriculares à medida em que se trabalham os elementos (conceitos, valores e aptidões) relacionados aos objetivos a serem alcançados. A continuidade tem conexão com a repetição de elementos curriculares essenciais em diferentes fases de um curso. A sequência tem relação com o desenvolvimento de nova experiência educacional, a partir das experiências anteriores. A integração relaciona-se com a conexão dos comportamentos em relação aos elementos abordados, permitindo ao estudante uma visão unificada (ALVES *et al.*, 2013).

A quarta pergunta da proposta de Tyler trata da avaliação da eficiência das experiências educacionais escolhidas, e de sua organização para alcançar os objetivos propostos. Alves (2013, *apud* VIANA, 2000, p. 52-53) afirma que os pontos-chave do modelo de avaliação proposto por Tyler são:

- 1) A educação é um processo que visa criar padrões de conduta, ou a modificar padrões anteriores, nos indivíduos;
- 2) Os padrões de conduta desenvolvidos na escola são, na realidade, os objetivos educacionais;
- 3) O êxito de um programa educacional, verificado através da avaliação, depende da concretização desses objetivos;
- 4) A avaliação deve incidir sobre o aluno, como um todo, nos seus conhecimentos, habilidades, modos de pensar, atitudes e interesses, sem se concentrar em apenas elementos isolados, como, na realidade, nos dias fluentes;

5) A avaliação pressupõe diversidade de instrumental para avaliar múltiplos comportamentos, não devendo ficar restrita, apenas, a exames escritos, como geralmente ocorre;

6) A avaliação não se concentra apenas no estudante [...], não é um ato isolado, mas um trabalho solidário que deve envolver, além de alunos, claro, os professores, administradores e, sem sombra de dúvida, os próprios pais, que devem ter voz ativa no processo.

É importante compreender que a avaliação não é um fim em si mesma, servindo para mensurar o rendimento escolar e a eficiência da escola, levando sempre a uma discussão de como aperfeiçoar os programas para as turmas seguintes. Nesse modelo, baseado em objetivos comportamentais, a performance do estudante deverá ser comparada aos objetivos educacionais, com o uso de testes referenciados a critério. O trabalho de Tyler teve enorme impacto sobre a visão e as pesquisas de diversos educadores, incluindo os trabalhos de Benjamin S. Bloom.

O planejamento interdisciplinar, em uma perspectiva tyleriana, pode ser alcançado através das comunidades de aprendizagem. O planejamento transdisciplinar, por sua vez, pode ser alcançado através do uso de várias metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em casos, a aprendizagem baseada em projetos etc. No planejamento também é importante que se incorpore a prática da pesquisa e do uso do método científico, formando um estudante protagonista e autor, pesquisador e cientista. Com tantas dimensões a se explorar ao mesmo tempo, é para nós, impossível alcançar todos esses objetivos sem o uso adequado de um processo de *design* instrucional.

3.2 Planejamento através do uso da taxonomia de Bloom

Existem diversos modelos de planejamento que estudiosos e especialistas na área educacional desenvolveram, tais como taxonomias de objetivos de aprendizado que ajudam os professores a esclarecer o que desejam dos estudantes, e garantir que suas estratégias de ensino e métodos de avaliação estejam alinhadas com suas metas. Há uma vasta quantidade de taxonomias que apresentam diversas formas de analisar os objetivos do aprendizado. O modelo mais comum é a Taxonomia de Bloom (BLOOM, 1973). O modelo divide o domínio do aprendizado em três eixos: cognitivo, afetivo e psicomotor. Para cada eixo, desenvolveram uma hierarquia de objetivos de aprendizagem que abrangem desde os níveis mais simples, até os mais complexos. A taxonomia, no eixo cognitivo, pode ajudar os professores a determinarem o nível de complexidade e sofisticação cognitiva solicitadas aos seus estudantes. Abaixo segue a estrutura da taxonomia original no eixo cognitivo (KRATHWOHL, 2002, p. 213):

1.0 Conhecimento

1.1 Conhecimento de especificidades

1.1.1 Conhecimento da terminologia

1.1.2 Conhecimento de fatos específicos

1.2 Conhecimento das formas e meios de lidar com especificidades

1.2.1 Conhecimento das convenções

1.2.2 Conhecimento de tendências e sequências

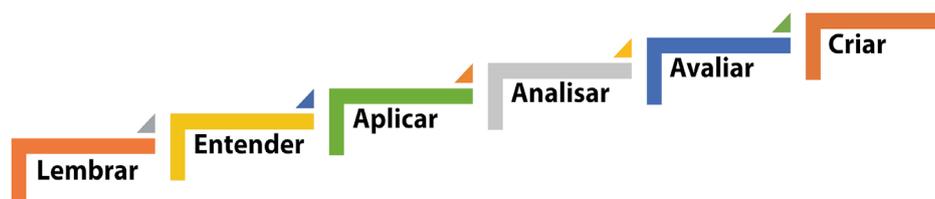
1.2.3 Conhecimento de classificações e categorias

1.2.4 Conhecimento dos critérios

- 1.2.5 Conhecimento da metodologia
- 1.3 Conhecimento de universais e abstrações em um campo
 - 1.3.1 Conhecimento de princípios e generalizações
 - 1.3.2 Conhecimento de teorias e estruturas
- 2.0 Compreensão**
 - 2.1 Tradução
 - 2.2 Interpretação
 - 2.3 Extrapolação
- 3.0 Aplicação**
- 4.0 Análise**
 - 4.1 Análise de elementos
 - 4.2 Análise de relacionamentos
 - 4.3 Análise dos princípios organizacionais
- 5.0 Síntese**
 - 5.1 Produção de uma comunicação única
 - 5.2 Produção de um plano ou conjunto proposto de operações
 - 5.3 Derivação de um conjunto de relações abstratas
- 6.0 Avaliação**
 - 6.1 Avaliação em termos de evidências internas
 - 6.2 Julgamentos em termos de critérios externos

Anderson e Krathwohl (2001) publicaram uma revisão da taxonomia original de Bloom (fig.2). Nela, “3 categorias foram renomeadas, a ordem de duas foi trocada, e aquelas categorias onde os nomes foram mantidos foram substituídas pela sua forma verbal” (KRATHWOHL, 2002, p. 214).

Figura 2: Categorias da Taxonomia em sua forma revisada



Fonte: Sartoro *et al.* (2019)

De acordo com Krathwohl (2002), as mudanças visíveis na taxonomia revisada são:

1. Os aspectos verbais utilizados na categoria Conhecimento foram mantidos, mas esta foi renomeada: Lembrar. Compreensão foi renomeada: Entender. Aplicação, Análise e Avaliação, foram mantidas, porém, alteradas para a forma verbal Aplicar, Analisar e Avaliar, por expressarem melhor a ação pretendida, e serem condizentes com o que se espera de resultado a determinado estímulo de instrução;
2. As categorias Avaliação e Síntese foram trocadas de lugar, e Síntese foi renomeada Criar;
3. Os nomes das subcategorias existentes foram alterados para verbos no gerúndio.

Abaixo segue a estrutura da nova taxonomia no eixo cognitivo (KRATHWOHL, 2002, p. 215):

- 1.0 Lembrar** - Recuperando conhecimento relevante da memória de longo prazo.
 - 1.1 Reconhecendo
 - 1.2 Recordando
- 2.0 Compreender** - Determinando o significado instrucional das mensagens, incluindo comunicações orais, escritas e gráficas.
 - 2.1 Interpretando
 - 2.2 Exemplificando
 - 2.3 Classificando
 - 2.4 Resumindo
 - 2.5 Inferindo
 - 2.6 Comparando
 - 2.7 Explicando
- 3.0 Aplicar** - Realizar ou usar um procedimento em uma determinada situação.
 - 3.1 Executando
 - 3.2 Implementando
- 4.0 Analisar** - Quebrando o material em suas partes constituintes e detectando como as partes se relacionam entre si e a uma estrutura ou propósito geral.
 - 4.1 Diferenciando
 - 4.2 Organizando
 - 4.3 Atribuindo
- 5.0 Avaliar** - Fazendo julgamentos com base em critérios e padrões.
 - 5.1 Verificando
 - 5.2 Críticando
- 6.0 Criar** - Juntando elementos para formar um romance todo coerente ou fazer um produto original.
 - 6.1 Gerando
 - 6.2 Planejando
 - 6.3 Produzindo

Outra alteração importante foi na forma como se enxerga a estrutura do Conhecimento. A ela foi acrescentada mais uma dimensão chamada de Conhecimento Metacognitivo. Desse modo, a estrutura do Conhecimento da taxonomia revisada ficou da seguinte maneira (KRATHWOHL, 2002, p. 214):

- A. Conhecimento factual** - Os elementos básicos que os estudantes devem saber para estarem familiarizados com uma disciplina ou resolver problemas nela.
 - Aa. Conhecimento de terminologia;
 - Ab. Conhecimento de detalhes e elementos específicos.
- B. Conhecimento Conceitual** - Os inter-relacionamentos entre os elementos básicos de uma estrutura maior que permitem que funcionem juntas.
 - Ba. Conhecimento de classificações e categorias;
 - Bb. Conhecimento de princípios e generalizações;
 - Bc. Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.
- C. Conhecimento Procedural** - Como fazer algo; métodos de investigação e critérios para o uso de habilidades, algoritmos, técnicas e métodos.
 - Ca. Conhecimento de habilidades e algoritmos específicos do assunto;
 - Cb. Conhecimento de técnicas e métodos específicos do assunto;

Cc. Conhecimento dos critérios para determinar quando usar procedimentos apropriados.

D. Conhecimento Metacognitivo - Conhecimento da cognição em geral, bem como consciência e conhecimento de sua própria cognição.

Da. Conhecimento estratégico;

Db. Conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo conhecimento contextual e condicional apropriado;

Dc. Autoconhecimento.

Na taxonomia revisada, foi sugerida a criação de uma tabela com duas dimensões. A dimensão relacionada à estrutura do Conhecimento representa as linhas dessa tabela, enquanto as dimensões do processo Cognitivo estariam representadas nas colunas. As intersecções do conhecimento e categorias do processo cognitivo formam as células dessa tabela (tabela 1).

Abaixo segue um texto extraído de Krathwohl (2002, p. 216-217) explicitando o uso dessa tabela. Considere o exemplo de uma professora que pretende trabalhar uma unidade de conteúdo integrando a história colonial da guerra pré-revolucionária com uma tarefa de redação. Ela deseja que seus discentes: 1) lembrem-se das partes específicas dos Atos parlamentares; 2) expliquem as consequências dos Atos parlamentares para os diferentes grupos coloniais; 3) escolham um personagem ou grupo colonial e escrevam um editorial persuasivo afirmando sua posição sobre os Atos (o editorial precisa incluir ao menos um motivo de apoio não especificamente abordado na aula); e 4) façam a edição do editorial por conta própria e por pares.

O primeiro objetivo, Lembrar, representa um processo cognitivo (**1.0 Lembrar**), e “partes específicas dos Atos do parlamento” é **Ab. Conhecimento de detalhes e elementos específicos**, uma subcategoria de **A. Conhecimento Factual**. Desse modo esse objetivo fica localizado na célula A1 (tabela 1).

O segundo objetivo, Explicar, representa um processo cognitivo (**2.0 Compreender - 2.7 Explicando**). Visto que o discente é solicitado a explicar as “consequências dos Atos parlamentares para os diferentes grupos coloniais” pode-se inferir que “consequências” se referem às declarações generalizadas sobre os efeitos posteriores dos Atos, e está mais próxima de **Bc. Conhecimento de teorias, modelos e estruturas**, uma subcategoria de **B. Conhecimento conceitual**. Este objetivo ficaria localizado na célula B2 (tabela 1).

O terceiro objetivo, Escrever, representa um processo cognitivo (**6.0 Criar – 6.3 Produzindo**). Descrever sua posição acerca dos Atos exigiria alguma combinação de **A. Conhecimento factual** e **B. Conhecimento conceitual**, portanto, seria o objetivo classificado em duas células: A6 e B6 (tabela 1).

O quarto objetivo, Editar, representa um processo cognitivo (**5. Avaliar**). Esse processo de avaliação envolverá critérios que são classificados como B. Conhecimento Conceitual, de forma que o quarto objetivo cairia na célula B5 (tabela 1).

A tabela 1, proposta pela nova taxonomia e preenchida com os objetivos a serem alcançados para essa unidade de conteúdo segue abaixo (KRATHWOHL, 2002, p. 217):

Tabela 1: A Dimensão do Processo Cognitivo

A dimensão Conhecimento	1. Lembrar	2. Compreender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
A. Conhecimento Factual	Objetivo 1					Objetivo 3
B. Conhecimento Conceitual		Objetivo 2			Objetivo 4	Objetivo 3
C. Conhecimento Procedural						
D. Conhecimento Metacognitivo						

Fonte: Tabela 1 extraída de Krathwohl (2002, p. 217)

A visualização da tabela acima permite reconhecer até que ponto as categorias mais complexas estão representadas. Apenas um objetivo trata da categoria Lembrar; os outros envolvem processos cognitivos mais complexos. A visualização da tabela também permite verificar aquilo que poderia ter sido feito, mas não foi. As duas linhas relacionadas aos conhecimentos procedural e metacognitivo permaneceram em branco. Exemplos de questões que poderiam guiar a criação de objetivos que estariam nas duas últimas linhas são: 1) existem procedimentos a se seguir em Edição ou Criação de texto que a professora poderia explicitamente ensinar aos seus discentes? 2) o conhecimento dos tipos de erros na escrita, mais comuns de um discente, e das formas preferidas de corrigi-los na autoedição representa um resultado metacognitivo importante que poderia ser explorado? O panorama de possibilidades apresentado pela tabela nos permite refletir sobre a perda de oportunidades de ensino ao se abordar alguma unidade de conteúdo (KRATHWOHL, 2002).

Qual a aplicação prática da Taxonomia de Bloom para o planejamento das aulas? O professor, ao elaborar os objetivos de aprendizagem da sua aula, pode usar os elementos da taxonomia de Bloom de acordo com o que se pretende. Por exemplo, ao introduzir um conceito sobre determinado assunto, o elemento Lembrar/Conhecer (que significa reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos) pode ser usado como uma introdução do assunto. O que os estudantes já conhecem sobre este assunto?

Na aula presencial, ou síncrona em ambiente virtual, o professor pode provocar um *brainstorming*, ou seja, uma tempestade de ideias em que os estudantes expõem o conhecimento prévio sobre o assunto. No ensino híbrido, considerando os princípios da aula invertida, no momento antes da aula, o professor pode enviar um formulário online com perguntas prévias, sondando o que os estudantes sabem sobre aquele assunto, e então poderá elaborar sua aula de acordo com as respostas obtidas.

Já existem estudos adaptando a Taxonomia de Bloom para os modelos híbridos de ensino (CHURCHES, 2009; DE PAIVA e PADILHA, 2012; PARRA GIMÉNEZ, 2017). A maioria dos estudos aponta para recursos digitais (fig. 3) que auxiliam o professor nos diferentes níveis da Taxonomia.

Figura 3: Taxonomia de Bloom adaptada para a era digital



Fonte: Adaptado de Fisher (2009)

Segue abaixo a lista de outros recursos/aplicações para cada nível cognitivo, ressaltando que o mesmo recurso/aplicação pode ser usado para diferentes níveis (recordar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar), dependendo do objetivo de aprendizagem, do público-alvo e especificidades da formação.

- **Recordar/Entender** - Recursos para gestão de conhecimento pessoal que permitem juntar, organizar e partilhar documentos *online*. Diigo; Pocket; Symbaloo; Flipboard. Criar notas e listas: Google keep; Evernote; Post-it Plus; Brainstorming e votos: Mentimeter, Slido; Micropoll; Criar mural ou pôster interativo: Padlet, Jamboard, Miro;
- **Aplicar** - Recursos/programas que permitem a criação/edição e apresentação de conteúdos: Libreoffice/impress; PowerPoint; Prezi; Google slid Zoho Show; Slidebean; Deckset; Slides; Sway;Nearpod;slideshare; escrita colaborativa: Google Docs/ Google Slides, Draft; Aplicativos de jogos: Kahoot; Scratch;
- **Analisar** - Recursos para criar mapas mentais: Coogle; Mindmeister; Mindnode; Recurso para criar linha do tempo: Timeline; Padlet; Canvas. Recursos para comunicar ideias; expressão oral: Evernote; Flipgrid; Aplicativos para fazer Gamificação: Kahoot, GoConqr, Educaplay, Wordwall, Quizizz, Quizlet, Quizalize, Learning Apps, Plickers – permite recolher dados em tempo real, sem a necessidade de dispositivos de alunos (uso gratuito limitado). Recursos para criar Questionários: Google Formulários, Forms da Microsoft, Zoho Survey, Formsite. Recursos para criação de E-portifólios, sala de aulas colaborativas e criação de cursos: Moodle, Classroom, Nearpode, Microsoft Teams, Edmodo, Socrative;

- **Avaliar** – Recursos para revisar, formular hipóteses, criticar, experimentar, julgar: Padlet, Sway, GoSoapBox, WebClicker.org, Graphite - Plataforma onde é possível pesquisar ferramentas e respectivas críticas tendo em conta o seu uso educacional. Easel.ly - permite criar infográficos. Edpuzzle -permite incluir questões ou quizzes em vídeos;
- **Criar** - Recursos para criar/editar vídeos: OBS studio, OpenShot., ApowerRec, Microsoft Whiteboard, Thinglink, Animoto, Edpuzzle e Vizia. Recursos para compartilhar vídeos: Youtube, Vimeo, Flipgrid. Recursos para gravar Podcast: Audacity, Pocket casts, Anchor, voice recorder. Recursos para criar narrativas: Storyboard, Storybird, Inklewriter -plataforma online que permite escrever livros interativos, onde o leitor pode escolher caminhos diferentes ou, até mesmo, desenvolver jogos. Recursos para criar animação desenhada: AutoDraw, Pixton, Powertoon¹¹.

Nota-se que há uma infinidade de recursos e aplicativos digitais que permitem a aplicação da Taxonomia de Bloom nos diversos domínios de aprendizagem. Cabe ao docente, ao planejar sua aula, ter clareza dos objetivos de aprendizagem que pretende alcançar junto aos seus discentes.

3.4 Planejamento reverso por Wiggins e McTighe

Através de uma obra que nos auxilia a focar na compreensão do aprendente, Wiggins e McTighe (2019) alinham o currículo, avaliação e ensino por meio do planejamento reverso. Estes autores destacam a necessidade de uma virada epistemológica que requer uma mudança de pensamento, tendo o seguinte questionamento: Qual a finalidade desejada?

Para os autores, a abordagem do planejamento reverso possui três estágios, que são: “atuar para alcançar os resultados esperados, determinar as evidências aceitáveis e planejar experiências efetivas de aprendizagem e ensino” (WIGGINS e MCTIGHE, 2019, p. 18). Estes estágios nos instrumentalizam para que possamos sair de um modelo centrado no livro didático em padrões generalizados, para o cuidado com a equidade, adaptando nossa mediação aos diversos recursos tecnológicos disponíveis, sempre com o foco na aprendizagem.

Neste contexto, o planejamento é cíclico, em uma ruptura já sinalizada por Kuenzer *et al.* (1996), da necessidade de o planejador refletir sobre sua prática, de maneira crítica e criativa. Na mesma direção, Wiggins e McTighe (2019) exortam sobre a importância de uma constante análise acerca da eficácia dos planos, da clareza dos nossos objetivos, do trabalho com grandes ideias (realizando perguntas essenciais), do processo de avaliação; para os autores, isso é ensinar para compreensão. Em um ajustamento constante, em que o professor observa, desenvolve análise por meio de devolutivas, replaneja, reimplementa de acordo com os ajustes necessários, em um processo contínuo. Essa é a mente de um professor-planejador que refletiu com cuidado sobre os objetivos e como atingi-los.

Por isso, faz-se mister uma sugestão para o ato de planejar, que pressupõe uma escolha epistemológica entre um planejamento pautado na compreensão da construção do conhecimen-

11 Para conhecer outros recursos disponíveis, acesse: <https://www.beav.ovh/?tag=taxonomia-de-bloom> e/ou <https://appseducacao.rbe.mec.pt/>.

to, ou como uma receita que cumpra tópicos curriculares e a sequência de ensino, respondendo a um modelo posto.

Tendo como propósito a formação de uma geração capaz de conectar, compartilhar, criar, colaborar e cooperar (SOUZA, 2016), é fundamental que o professor planeje experiências voltadas ao protagonismo estudantil e que deem significado ao caminho percorrido. E essa abordagem precisa ser pautada na exploração de problemas relacionados com as realidades dos discentes, implicando na transformação de suas realidades.

Para exemplificar o processo de planejamento apresentamos um quadro extraído da obra de Wiggins e McTighe (2019) onde estão definidos os estágios para o planejamento.

Quadro 2: Estágios do planejamento

Estágio 1 – Identificar resultados esperados	Até que ponto o planejamento focaliza as grandes ideias do conteúdo visado?
Estágio 2 – Determinar evidências aceitáveis	Até que ponto as avaliações da aprendizagem oferecem medidas justas, válidas, confiáveis e suficientes para os resultados desejados?
Estágio 3 – Planejar experiências de aprendizagem e ensino	Até que ponto o plano de aprendizagem é eficiente e inovador?

Fonte: Quadro extraído da Obra Planejamento para a Compreensão (WIGGINS; MCTIGHE, 2019 p. 26)

O ciberespaço proporciona uma variedade de novas ambiências formativas que podem ser integradas ao planejamento para compreensão, proporcionando a interação entre os sujeitos (docentes/discentes) de diversos modos, ampliando as possibilidades de aprendizagem.

Para auxiliar o trabalho docente, Wiggins e McTighe (2019) apresentam algumas questões que podem auxiliar na estruturação do planejamento para a compreensão:

1. Que objetivos são relevantes neste planejamento?
2. Quais competências quero mobilizar em meus estudantes?
3. Que perguntas provocativas irão estimular a investigação?
4. Quais referências para o referido tema/conteúdo? Tenho uma diversidade de gêneros?
5. Por meio de que atividades os estudantes demonstrarão o seu conhecimento?

Wiggins e McTighe (2019) também destacam sobre o momento de mobilizar reflexões com a diversificação de atividades, em uma constante retroalimentação, em um processo de construção e reconstrução para adaptar pontos imprevistos, oportunidades casuais, sempre com o foco no resultado e no alcance dos objetivos.

Para auxiliar no processo de planejamento reverso, uma das estratégias citadas por Wiggins e McTighe (2019, p. 27) é a revisão por pares:

Além do uso dos padrões de planejamento para autoavaliação, a qualidade do produto do currículo (plano de unidade, avaliação do desempenho, planejam-

to do curso) é invariavelmente melhorada quando os professores participam de uma revisão de pares estruturada na qual eles examinam os planejamentos de unidades uns dos outros e compartilham as devolutivas e sugestões para melhorias. Essas revisões de “amigos críticos” retroalimentam os planejadores, ajudam os professores a internalizar as qualidades do bom planejamento e oferecem oportunidades de ver modelos de planejamento alternativos.

É essencial que este processo de retroalimentação esteja associado a uma pré-avaliação, e a uma avaliação contínua, de forma que possamos promover uma aprendizagem significativa.

3.5 Planejamento aliado com a literacia digital

Nos cursos de licenciatura, geralmente há uma disciplina específica sobre planejamento. O futuro docente compreende o que é planejar e como fazê-lo. Algumas instituições de ensino já fornecem um modelo pronto para o professor preencher com os dados do planejamento: nome da disciplina, ementa, objetivos, metodologia, conteúdos, avaliação. O que muda no contexto digital é que os currículos precisam ser flexíveis, dinâmicos e interativos. Macedo (2013) chama de “atos de currículo” a construção do currículo com os discentes, em que o planejamento de cada aula se faz em função da anterior (ainda que exista um planejamento global para a disciplina), é possível flexibilizar e negociar as ações considerando as “pistas” deixadas pelos discentes, quer seja na avaliação ou em outras atividades pedagógicas.

Edméa Santos e Marco Silva (2009) apresentam o conceito de “desenho didático interativo” aplicado à educação *online*, mas, que no contexto atual, em que o ensino híbrido está sendo cada vez mais utilizado, pode ser um norteador para o planejamento de disciplinas/aulas com ênfase na literacia digital. Segundo os autores, o desenho didático interativo trata-se da:

[...] estrutura de apresentação do conjunto de conteúdos e de situações de aprendizagem compostos e dispostos estrategicamente de modo a serem utilizados pelo docente e pelos cursistas com a finalidade de potencializar a construção coletiva da comunicação, do conhecimento, da docência, da aprendizagem e da avaliação. (SANTOS; SILVA, 2009, p.269).

Neste sentido, o desenho didático interativo constitui a arquitetura de conteúdos, recursos digitais e situações de aprendizagem que possibilitam a integração de professores e estudantes, que a partir do diálogo, desenvolvem competências, habilidades e atitudes que corroboram com a construção mútua de conhecimento (BERNARDES, 2012). Na concepção de Ramal (2003, p. 33), o desenho didático interativo precisa ser elaborado considerando os seguintes princípios:

1. Coerência entre os objetivos de cada curso e a abordagem pedagógica;
2. Contextualização;
3. Ênfase na formação e no desenvolvimento de competências;
4. Estímulo da autonomia;
5. Aprendizagem significativa¹²;

12 Para saber mais sobre aprendizagem significativa, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

6. Construtivismo¹³;

7. Currículo em rede e abordagem reflexivo-crítica dos conteúdos.

Todos estes princípios convergem para a adoção de situações de aprendizagem voltadas para “provocar a participação ativa do estudante, levando-o a se posicionar como protagonista de seu percurso de aprendizagem” (ARAÚJO, 2007, p. 65). Estes elementos precisam ser considerados no planejamento das ações docentes que têm foco na literacia digital.

No entanto, para o professor construir o desenho didático interativo da sua disciplina/aula, precisa de habilidades e competências de literacia digital. A coerência entre as exigências que se requer do professor: que seja antenado, conectado e *expert* na integração das mídias no contexto escolar, deve estar em sintonia com a sua formação (ALVES e SILVA, 2015). Ainda nas palavras de Nóvoa (2014), sobre a mudança de postura imposta aos professores, “não podemos exigir-lhe quase tudo e dar-lhe quase nada”. Portanto, é importante que os professores tenham uma formação de base que os prepare para integrar as tecnologias às suas práticas docentes.

O planejamento, como proposto por Wiggins e McTighe (2019), pode ser atrelado ao contexto cibercultural do desenho didático interativo (SANTOS e SILVA, 2009), em que a tecnologia não é vista apenas como um aparato/artefato, mas uma ferramenta que possibilita rompermos paradigmas na construção de competências. A partir disso, compreende-se a necessidade de repensar o planejamento, para que seja capaz de apoiar uma geração que possa emancipar-se como cidadã crítica e participativa da sociedade. Dessa forma, ampliamos os conceitos de Ramal (2003), evidenciando o desenho didático interativo como construtivista, potencializando-o dentro de uma perspectiva socioconstrutivista (VYGOTSKY¹⁴, 2008), em que os educadores a todo momento pensam suas intervenções no processo de ensino. Essa abordagem age de modo que seus discentes adquiram novas competências com máxima eficiência, tendo em vista a zona de desenvolvimento proximal.

Para situar essa questão em um processo, em que seres humanos interagem de forma dialógica em redes e conexões, buscamos uma obra publicada pelo sociólogo e educador Marco Silva (2010). Sua obra desafia o educador na Pedagogia do Parangolé, em que muda a tradição do professor de falar/ditar, passa da transmissão unidirecional para a bidirecional, para que os papéis sejam embaralhados, abrindo espaços de participação-intervenção, coautoria, não linearidade, a fruição da mensagem e a permutabilidade. Essa abordagem desafia-nos a constituir um planejamento integrando as tecnologias digitais de informação e comunicação ao currículo, de forma crítica, atento a essa complexidade docente e discente, questionando-nos sobre: qual o perfil dos estudantes? Esse questionamento é essencial para que se evidenciem situações reais de aprendizagem, com resolução de problemas, por meio das interfaces colaborativas assíncronas ou síncronas.

13 Para saber mais sobre Piaget e sobre o construtivismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

14 Para saber mais sobre Lev Vygotsky, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

3.6 Planejamento e *design* instrucional sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa¹⁵

O processo de *design* instrucional inicia-se pela análise da matéria de ensino que será abordada. Esta análise necessita ser declarativa (conceitual, proposicional) e procedimental, considerando uma abordagem de *design* baseada em competências (MOREIRA, 2013). Para Moreira (2013, p. 41) “as competências manifestadas por determinadas ações não são, em si, conhecimentos; elas utilizam, integram, mobilizam conhecimentos”. Desse modo, o desenvolvimento de competências necessita da aquisição e assimilação de conhecimentos. E esses conhecimentos necessitam ser “... declarativos ou predicativos (enunciados de relações, fatos, leis, regularidades, ...) e procedimentais ou operatórios (metodológicos, esquemas de ação, ...)” (MOREIRA, 2013, p. 41).

Após esta análise inicial da matéria de ensino, será necessário identificar os subsunçores relevantes para alcançar a aprendizagem significativa. Nesse momento do *design* é importante prever como se dará a utilização dos organizadores prévios necessários para preencher as lacunas de conhecimento dos aprendentes. Em seguida, os conteúdos a serem abordados deverão ser formatados em termos da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA, 2013). Para Moreira (2013, p. 43)

O ensino deve sempre buscar a aprendizagem significativa, mas no enfoque por competências deve haver preocupação explícita em identificá-las, relacioná-las aos conhecimentos e sequenciá-las. Nesse sentido, o ensino seria potencialmente significativo de conhecimentos e competências.

O planejamento no domínio cognitivo conforme a taxonomia de Bloom revisada por Krathwohl (2002), apresentada no texto acima, explicitamente relaciona conhecimentos e competências, podendo servir de suporte para práticas de ensino baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Para Gowin (1981) existem três elementos essenciais no processo de aprendizagem significativa em ambientes formais de ensino, a saber: o professor, o aprendente e o material educativo. Para este autor, só existe ensino caso ocorra a aprendizagem, não existindo a possibilidade de afirmação que algo tenha sido ensinado caso não tenha ocorrido aprendizagem. Ele ainda afirma que o ensino somente ocorre quando o significado captado pelo aprendente é o mesmo que o professor pretende que ele capte. “Por exemplo, aprender Química é captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto dessa disciplina (que no contexto escolar é uma matéria de ensino) por uma comunidade de usuários (químicos, professores de Química, engenheiros químicos e outros)” (MOREIRA, 2013, p. 21). Ou seja, existe um significado “correto” a ser captado pelo aprendente. Esse significado “correto” é aquele aceito e compartilhado por uma comunidade de especialistas da área.

Sendo assim, podemos afirmar que para ocorrer a aprendizagem significativa é essencial a captação de significados. Segundo Moreira (2013, p. 23), “para a captação de significados é importante a interação social, o diálogo, a negociação de significados, tanto entre professor e alunos como entre eles mesmos”. O processo de captação de significados é progressivo e nor-

15 Para saber mais sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

malmente não ocorre de maneira abrupta. E quando o aprendiz captar o significado de algum conhecimento e/ou competência, ele deverá decidir se vai, ou como vai, incorporar esse significado à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2013). Isso acontece, por exemplo, quando religiosos estudam darwinismo. Por fim, na Teoria da Aprendizagem Significativa, alguns conceitos (conceitos-chave) são mais importantes que outros (conceitos secundários), e sua hierarquização também é importante.

O entendimento das conjecturas trazidas no parágrafo anterior impacta profundamente o processo de planejamento. O tempo necessário para um dado aprendiz captar o significado de um determinado conhecimento e/ou competência não é exatamente o mesmo que seu colega de turma. Além disso, as aulas e as discussões precisam ser cuidadosamente planejadas de forma a conectar os conhecimentos e/ou competências constantemente (reconciliação integrativa). Por fim, o aprendiz precisa estar predisposto a aprender significativamente, de modo que cabe ao professor estimulá-lo. Um aprendiz passivo não pode aprender significativamente.

Por conta do exposto acima, tanto a estrutura do material educativo, quanto a abordagem do professor e do aprendiz, precisam estar sintonizados quando se estrutura o ensino baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa.

3.7 Planejamento e *design* instrucional sob a ótica de Jerome Seymour Bruner e Pura Lúcia Oliver Martins

3.7.1 Introdução

Em primeiro lugar é importante esclarecer que o trabalho de Jerome Seymour Bruner amadureceu no decorrer dos anos. Por conta disso, conceitos antes tratados como importantes em seus trabalhos iniciais deixaram de ser utilizados, pelo próprio autor, em seus trabalhos finais. Procuraremos relacionar sua visão, no próximo subtópico, com a de John Dewey¹⁶, Lev Vygotsky e David Ausubel.¹⁷

Pura Lúcia Oliver Martins defende uma didática com uma visão diferenciada chamada de Didática Prática. Seu trabalho é fruto da síntese de décadas de trabalho reflexivo, experimental e de revisão de literatura. Sua visão será abordada no subtópico após o que trata de Jerome Bruner, e será relacionada com as reflexões deste autor.

3.7.2 Jerome Seymour Bruner

Iniciaremos pelo conceito de cultura segundo Bruner. Esse conceito e o modo em que a cultura deveria ser abordada na escola mudam no decorrer da carreira deste pesquisador. Sobre essa mudança, Takaya (2008, p. 1-2) afirma:

A cultura representava [no início da carreira de Bruner] o conteúdo educacional a ser transmitido ao aprendiz, e as principais questões para a teoria

16 Para saber mais sobre John Dewey e Lev Vygotsky consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

17 David Ausubel é o autor da Teoria da Aprendizagem significativa discutida na seção anterior e também no capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

do currículo eram localizar a parte mais valiosa da cultura que aumentaria a capacidade cognitiva dos indivíduos e desenvolver uma maneira eficaz de comunicar o conteúdo aos discentes. Por outro lado, sua visão recente enfatiza a importância de compreender a cultura como um contexto no qual os valores e significados da experiência dos aprendentes podem ser interpretados. Portanto, suas principais preocupações são [passam a ser] ajudar os alunos a vivenciar vários modos de construção de significado e comunicação e criar uma comunidade na qual várias formas de aprendizagem ocorram, em oposição ao modo de aprendizagem em grande parte sem cultura [cultureless] que domina as escolas.

Iniciaremos pelos conceitos básicos. Para Bruner, conhecimento representa um modelo construído pelo indivíduo com a intencionalidade de dar significado e estrutura para as uniformidades provenientes da experiência. Para este autor, a aprendizagem é o processo de adquirir conhecimento que já existe na cultura, independentemente do uso ou interpretação do indivíduo. Nesta perspectiva, a aprendizagem é inerentemente um processo comunicativo, ao invés de uma mera relação entre a mente do aprendente e o objeto de conhecimento. Esta forma de enxergar a aprendizagem é compatível com a Teoria da Aprendizagem Significativa que considera que existe um significado “correto” a ser apreendido pelo aprendente através de um processo dialógico onde ocorra uma “negociação de significados” com o seu professor. A visão de Bruner também é compatível com a ideia de *currere* ao enxergar o currículo como uma conversa animada sobre um tópico (TAKAYA, 2008).

Jerome Seymour Bruner afirma que o processo ensino-aprendizagem é um assunto essencialmente comunicacional, desta forma não sendo completamente suportado pelas visões universalísticas tradicionais ou científicas. Para ele, as teorias da aprendizagem utilizáveis na prática deverão levar este fato em consideração. Esta visão reflete a influência dos trabalhos de Lev Vygotsky sobre o seu pensamento. Sobre o pensamento de Bruner, Takaya (2008) afirma que:

Em suma, sua mensagem aos educadores que procuram por psicólogos ou cientistas para orientação prática sobre o currículo e o ensinar é esta; a concepção do século 19 de rigor na educação acabou e eles não são mais autoridades com as quais contar para os princípios práticos de desenvolvimento de currículo ou métodos de ensino. Isto não significa que os estudos educacionais sejam menos rigorosos do que as ciências naturais, mas significa que seu rigor deve ser de natureza diferente.

A visão do *self* defendida por Bruner é diferente daquela visão de essência pura e durável de um ser, como concebida por Sigmund Freud. Sua visão de *self* é a resultante da soma e enxame de participações. Para ele existe uma interdependência entre a mente humana e a cultura que torna impossível construir uma psicologia humana com base em um indivíduo sozinho (TAKAYA, 2008). Dessa forma “o intelecto do homem, então, não é simplesmente dele mesmo, mas é comunal no sentido de que seu desbloqueio ou empoderamento depende do sucesso da cultura em desenvolver meios para esse fim” (Bruner, 1971, p. 7). Ao mesmo tempo Bruner expressa uma preocupação considerável com a intersubjetividade.

Jerome Seymour Bruner frisa a importância de se desenvolver um senso próprio (*sense of self*) em toda experiência humana e particularmente na escola (TAKAYA, 2008). Para isso dois

aspectos seriam cruciais: 1) consciência de agência¹⁸ (sensação de poder iniciar e levar a cabo atividades por conta própria) e 2) individualidade. A individualidade, para Bruner, é caracterizada pela construção de um sistema conceitual que organiza um registro de encontros com o mundo, capaz de se relacionar com o passado (de forma autobiográfica) e com o futuro-*self* (com história e possibilidade). O futuro-*self* é visto como um “possível *self*” que regula aspirações, confiança, otimismo e seus opostos (BRUNER, 1996). Neste ponto, sua visão acerca do que e de como ensinar diverge da visão de John Dewey¹⁹ e coaduna com a seguinte afirmação de Takaya (2008, p. 15):

Estudantes realmente aprendem coisas quando encontram significância nestas coisas (lições e atividades) para suas vidas. Nesse caso, eles até mesmo se envolvem em exercícios e memorização, assim como um menino que quer ser o Michael Jordan de amanhã atiraria uma bola numa cesta milhares de vezes. O problema de nossas escolas, por outro lado, é que exercícios e memorizações são impostos aos alunos de tal forma que eles não conseguem entender o contexto ou o significado destas atividades.

Para Bruner, a aprendizagem ocorre mediante a assimilação da essência²⁰ (ou da caixa de ferramentas) da cultura, que deverá estar encapsulada no conteúdo ensinado na escola. A educação deverá ser um processo que transmite cultura e ao mesmo tempo fornece visões alternativas do mundo, estimulando o aprendiz a explorá-las. A educação tem a função de desenvolver a inteligência do aprendiz, de modo que seja capaz de ir além dos caminhos culturais do seu mundo social, inovando para poder criar uma cultura interior de si mesmo. Para Bruner, a abordagem de John Dewey, da educação baseada na experiência, onde o conteúdo era justificado em termos de sua relação com as atividades sociais das crianças, era pobre e não poderia competir com os próprios dramas e mistérios da criança. Jerome Seymour Bruner então introduz o termo “entendimento disciplinado” como um objetivo para a educação, e os termos “aprendizagem por descoberta²¹” e “currículo espiral²²” como formas de alcançar esse objetivo (TAKAYA, 2008).

O processo de educação vigente é altamente sem cultura (*cultureless*). Jerome Seymour Bruner (1996, p. 98) encara a escola da seguinte forma: “[...] a escola é uma cultura em si, não apenas uma “preparação” para ela, um aquecimento”. Para Bruner, ao se engajar nas atividades educacionais, os aprendizes estão construindo suas próprias teorias psicológicas, assim como suas próprias visões de mundo (TAKAYA, 2008). Bruner vale-se da visão de “trabalho” de Meyerson que o conceitua como o produto palpável da atividade, experiência e processos culturais. No contexto da Escola, estes trabalhos (atividades educacionais) precisariam gerar

18 O conceito de agência humana foi discutido em maiores detalhes no capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

19 Para Dewey a utilização de atividades e conteúdos escolares conectados à experiência diária das crianças fora da escola seria suficiente para motivá-las. Ele também acreditava que a educação baseada na experiência seria capaz de expandir as perspectivas das crianças para além daquilo que lhes é familiar.

20 Acreditamos que esse conceito de essência do conteúdo estudado tenha relação com a ideia de conceitos-chave da Teoria da Aprendizagem Significativa.

21 Na aprendizagem por descoberta o aprendiz é conduzido a pensar como um estudioso do campo de estudo do conteúdo que está sendo trabalhado em sala de aula. Ele é estimulado a realizar as perguntas certas e instrumentalizado a raciocinar conforme as regras do campo de estudo no qual se insere o conteúdo trabalhado em sala de aula.

22 O currículo espiral parte do pressuposto que se pode ensinar qualquer coisa para uma criança. Neste caso o mesmo conteúdo poderia ser visto diversas vezes na escola com profundidades diferentes nas diversas séries.

“orgulho, identidade e um senso de continuidade para aqueles que participam” (BRUNER, 1996, p. 22). Na Escola, estes trabalhos (atividades educacionais) poderiam ser de diversas naturezas, tais como criar uma obra de arte, aplicar o método científico em uma disciplina de ciências e ir além disso, discutindo sua eficácia e limites além de outras aplicabilidades do que está sendo discutido, coletar dados sobre a história da comunidade ligando-a aos edifícios mais velhos da cidade.

O processo de educação vigente é altamente despersonalizado. Para Bruner a aprendizagem não trata de apenas dominar um determinado conteúdo, ela trata do fenômeno que ocorre ao redor da tentativa de dominar esse conteúdo (TAKAYA, 2008). Para ele, a compreensão também inclui uma capacidade chamada metacognição, que seria a “capacidade de compreender não apenas um conteúdo particular, mas também os processos psicológicos ou intelectuais e estratégias usadas para assimilar o conteúdo” (TAKAYA, 2008, p. 9). Novamente, sua visão correlaciona-se com a de *currere*, onde o que importa é “a experiência educacional do indivíduo como informada pelo indivíduo” (PINAR *et al.*, 2000, p. 414). Para Bruner, uma pessoa educada deveria saber: 1) o nível de seu próprio conhecimento e 2) como adquirir conhecimento.

Como vimos na seção de Winfred Tyler, o processo de desenvolvimento do currículo precisa da participação ativa e dialogada entre professores e aprendentes. E se pudéssemos ter um currículo local, criado na escola por um professor ou por um time de professores com o auxílio dos aprendentes? Este currículo poderia ser baseado em um documento norteador de cunho estadual ou distrital, porém, adaptado à cultura local (TAKAYA, 2008). E se esse currículo valorizasse objetivos educacionais (ao invés de meramente instrucionais) avaliando competências, atitudes e valores (conhecimento, saber fazer, saber ser e saber conviver²³) (VASCONCELOS, 2003)? Nessa perspectiva, o papel do professor tornar-se-ia mais importante que o do próprio currículo (TAKAYA, 2008). Para Bruner (1996, p. 115-116):

O meio de ajudar e estimular um aprendente às vezes é chamado de “currículo”, e o que aprendemos é que currículo não existe. Na verdade, um currículo é como uma conversa animada sobre um tópico que nunca poderá ser totalmente definido, embora se possa definir limites para ele.

Termos como cultura, construção de significado, narrativa e intersubjetividade são frequentes nos trabalhos finais de Bruner (TAKAYA, 2008). Em resumo, podemos afirmar que o corpo de trabalhos, ao final da carreira de Jerome Bruner, aponta para uma educação participativa, provocativa, comunal e colaborativa (TAKAYA, 2008). E o aprendizado precisa se dar através de um processo de construção ativa de significado, ao invés de ser meramente passivo, em uma nítida aproximação à Teoria da Aprendizagem Significativa.

3.7.3 Pura Lúcia Oliver Martins

...uma teoria é sempre a teoria de uma prática e não de qualquer realidade material que transcende o processo dessa prática, nem dessa realidade

23 Discussão acerca do conhecimento, saber fazer, ser e conviver podem ser encontradas nos capítulos: 1) A EPISTEMOLOGIA DA COMPLEXIDADE, DOCÊNCIA E DISCÊNCIA NA ERA DA INDÚSTRIA 4.0 e 2) EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) ÀS APRENDIZAGENS, ambos no volume 1 deste livro.

enquanto não praticada. O homem não reflete sobre o mundo, mas reflete a sua prática sobre o mundo. (MARTINS, 2003, p. 4 apud BERNARDO, 1977, p. 86)

Pura Lúcia Oliver Martins, em um processo de pesquisa que durou mais de uma década, propôs uma metodologia denominada Sistematização Coletiva do Conhecimento. Sua busca fundamentou-se no fato de que havia enorme discrepância entre o que o professor aprendia durante sua formação universitária, em nível teórico, e aquilo que era praticado em sala de aula. Esta autora percebeu que as soluções encontradas pelos professores para a execução de suas atividades pedagógicas eram as mais diversas, dependendo da organização da escola em um dado momento histórico. Ao conjunto destas iniciativas a autora denominou Didática Prática. A partir da Didática Prática emergiu uma teoria pedagógica alternativa e comprometida com as classes trabalhadoras denominada Sistematização Coletiva do Conhecimento (MARTINS, 2003).

Para esta autora, a principal característica desta metodologia está na proposição de uma mudança do processo de ensino, e não apenas do discurso acerca deste processo. “Não se trata de falar sobre, mas de vivenciar e refletir com ...” (MARTINS, 2003, p. 5 *apud* MARTINS, 1989, p. 175), pois “a escola educa mais pela forma como organiza o processo de ensino do que pelos conteúdos ideológicos que veicula através desse processo” (MARTINS, 2003, p. 5 *apud* MARTINS, 1989, p. 90). Para ela é necessário que se substituam as relações sociais representadas pela prática corrente da transmissão-assimilação de conhecimentos na formação de professores (MARTINS, 2003).

As pesquisas que guiaram Pura Lúcia Oliver Martins em direção à Sistematização Coletiva do Conhecimento partiram de dois pressupostos básicos. O primeiro deles é que “As formas como as classes sociais se relacionam vão se materializar em técnicas, processos, tecnologias, inclusive os processos pedagógicos que se realizam mediante uma dada relação pedagógica” (MARTINS, 2003, p. 4). Sendo assim, a produção científica deverá refletir “uma prática pedagógica que decorre da relação social básica do sistema capitalista, em um momento histórico determinado” (MARTINS, 2003, p. 4). Desse modo, discussões meramente teóricas não seriam suficientes para cobrir as reais necessidades do dia a dia dos professores, expressas pelas contradições presentes na prática em suas escolas. Além disso, o conjunto de práticas pedagógicas que funcionam para uma determinada escola poderá não funcionar para outra que se encontre em um regime ou momento histórico diferente. O segundo pressuposto é de que os conflitos sociais têm capacidade de criar processos pedagógicos conectados com as necessidades práticas das classes trabalhadoras (MARTINS, 2003).

Pura Lúcia Oliver Martins defende então, uma metodologia “pautada numa concepção de conhecimento que tem a prática como elemento básico, fazendo a mediação entre a realidade e o pensamento” (MARTINS, 2003, p. 8). Seu modelo trabalha com três elementos: realidade, ação prática sobre a realidade e pensamento decorrente dessa ação prática. A teoria, conforme expressa na citação no início deste tópico, decorre da ação prática sobre a realidade. Esta teoria, como expressão de uma ação sobre a realidade, poderá indicar caminhos para novas práticas, sem jamais guiar a ação prática. “Ao se trabalhar com os professores problematizando e analisando suas práticas, está se produzindo um novo conhecimento. Esse novo conhecimento não vai se constituir num guia da ação prática, mas apontará possíveis formas de novas práticas” (MARTINS, 2003, p. 8).

Nesta perspectiva, faz-se necessário criar condições para que os professores, em seu processo de trabalho, passem a criar e compartilhar novos conhecimentos. As formas de relação social são cruciais neste processo de produção coletiva de conhecimentos. Faz-se necessário estabelecer relações sociais mais coletivas e solidárias no interior da escola, proporcionando um ambiente de estímulo a criação e sistematização de novos conhecimentos. Segundo Martins (2003, p. 8-9),

Nesse sentido, à medida que os professores começam a produzir e a ter perspectivas distintas da recepção e da apropriação do conhecimento, eles vêm a possibilidade de “apropriação” com outros olhos, porque redefinem a prática, na prática. Por outro lado, esse processo de trabalho em que o professor vai caracterizando e problematizando sua prática pedagógica, analisando, refletindo, criando possibilidades de práticas, produzindo conhecimentos acerca dessas práticas, socializando esses conhecimentos, inclusive por meio da escrita, é também uma atividade de pesquisa. No próprio processo de trabalho, eles passam a criar e a produzir novos conhecimentos, são atores e autores que se ensinam a si próprios e vão aprendendo num processo coletivo, redefinindo a prática.

Para Lúcia Oliver Martins a relação pedagógica é, inicialmente, uma relação social. “É essa relação social básica que determina como vão ocorrer as diferentes práticas, como se caracteriza a relação pedagógica em diferentes momentos históricos” (MARTINS, 2003, p. 9). Para a autora, a reorganização das relações sociais no interior da escola não se trata apenas de estimular o trabalho conjunto dos professores de maneira coletiva e solidária, trata-se de ampliar a participação decisória dos professores e aprendentes acerca do processo de ensino-aprendizagem. A reorganização proposta, por consequência, precisa impactar tanto a organização da escola, quanto a da sala de aula. Para a autora, a questão mais importante para a Didática prática não é a busca pela “melhor técnica, a melhor metodologia, o melhor conteúdo, a melhor forma de transmitir tudo a todos em menor tempo” (MARTINS, 2003, p. 9) e sim “a relação, a forma como se realiza essa situação prática” (MARTINS, 2003, p. 10).

Nas práticas de luta das classes trabalhadoras “a prática não é guiada pela teoria, pois a teoria vai expressar a ação prática dos sujeitos” (MARTINS, 2003, p. 10). A ação humana, através das relações sociais mediante instituições, é que irá determinar as teorias e conteúdos. Segundo Martins (2003, p. 10),

Nessa perspectiva, na relação conteúdo-forma, o ponto de partida é um problema prático que ultrapassa a lógica reducionista de causa-efeito (conteúdo determinando a forma ou vice-versa). [...] Ou seja, um problema prático, tomado como ponto de partida para o ensino, não se constitui numa causa única que provoca um efeito único previsível, mas abre um campo enorme de possíveis resultados, pressupondo novas relações professor-aluno, professor-professor, novas relações organizacionais no interior da escola, novas relações frente ao conhecimento. Nessa nova forma de entendimento da relação conteúdo-forma, um elemento fundamental é a questão do indivíduo, do individual nesse processo coletivo. Esse processo, ao mesmo tempo em que incentiva o trabalho coletivo, garante a individualidade dos agentes que, em função da sua experiência pessoal, da sua prática “individual”, têm condições de criar, de produzir, enfim, de se colocar enquanto agente ator e autor do processo e do conheci-

mento deles resultantes. Deixa de ser um elemento receptivo e passa a ter uma atitude ativa, garantindo, assim, a sua individualidade. O processo favorece ao indivíduo um desenvolvimento em função daquilo que ele é e não daquilo que os outros querem que ele seja.

3.7.4 Reflexões acerca das visões de Jerome Bruner e Pura Lúcia Oliver Martins

Para Bruner, a escola deveria ensinar cultura. Cultura seria todo o fruto da criação humana, ciências, artes, folclore, relações sociais e econômicas; ou seja, ações práticas sobre a realidade. Sua visão coaduna com a de Martins (2003), para quem a teoria decorre de ação prática sobre a realidade, e o processo de ensino, dentro da escola, educa mais que o próprio conteúdo ideológico que está sendo trabalhado. A visão de prática de Martins não apresenta nenhuma contradição com a visão de “trabalho” de Meyerson, que Bruner adota para as atividades a serem realizadas pelos discentes.

Jerome Seymour Bruner criticava John Dewey por defender um conteúdo escolar atrelado ao dia a dia da criança, que deveria ser visto sob uma ótica baseada no método científico. Para ele, esse tipo de abordagem não seria suficiente para cativar as crianças, e nem para que as mesmas pudessem evoluir para além do que a cultura lhes proporcionava. Pura Lúcia Oliver Martins traz uma resposta válida a essa problemática ao defender problemas práticos, como pontos de partida, que ultrapassem a lógica reducionista de causa e efeito trazida pelo método científico. Sua perspectiva permite que um problema possa ser visto por diferentes ângulos, impactando diretamente na formação dos discentes que poderiam evoluir para além do que a cultura lhes proporciona.

Outro ponto que os une é o fato de que Bruner (1971) considera que cada aprendiz desenvolve a sua própria teoria de aprendizagem, e sua própria forma única de ver o mundo. Dessa forma, os professores não deveriam se pautar puramente por teorias de aprendizagem e metodologias pedagógicas aprendidas na academia para organizar suas aulas. Pura Lúcia Oliver Martins parte do mesmo pressuposto, ao afirmar que discussões meramente teóricas não poderiam ser suficientes para respaldar as ações do professor dentro da escola, baseadas nas contradições que ele encontra durante sua atuação. Tanto Bruner (1971), quanto Martins (2003), expressam grande preocupação com o desenvolvimento da individualidade do discente em seu processo de formação escolar. E, novamente, Martins traz uma resposta aplicável a esta problemática através da Sistematização Coletiva do Conhecimento e da Didática Prática.

A Sistematização Coletiva do Conhecimento de Martins (2003) requer uma mudança nas relações sociais dentro da escola, com a criação de uma comunidade voltada para a Educação, que implicaria em um ambiente de pesquisa-ação solidário e comunal. Novamente as visões dos dois autores convergem, pois Bruner (1971) também defende a criação de uma comunidade educacional, ao mesmo tempo que afirma que o intelecto do homem não é individual, é comunal.

Por fim, a visão de currículo como uma conversa animada, adotada por Bruner e extraída do *currere*, também encontra sinergia na visão de Martins que reiteradamente afirma que as relações sociais dentro da escola precisam ser reajustadas. No *currere*, o que importa é “a experiência educacional do indivíduo como informada pelo indivíduo” (Pinar *et al.*, 2000, p. 414). Esta expressão combina-se com exatidão com a afirmação de que “o processo favorece ao

indivíduo um desenvolvimento em função daquilo que ele é, e não daquilo que os outros querem que ele seja feito” (MARTINS, 2003, p. 10).

3.8 Planejamento e *design* instrucional sob a ótica de George Snyders

O trabalho de George Snyders exerceu grande influência sobre as pedagogias crítico-social dos conteúdos e histórico-crítica. O termo “progressista” cunhado por ele foi emprestado por José Carlos Libâneo ao agrupar determinadas tendências pedagógicas em uma categoria com o mesmo nome²⁴.

O educador francês George Snyders (1917- 2011), entre outras atividades, foi membro do Partido Comunista Francês e professor de Ciências da Educação na Universidade de Paris, chegando a ser preso e deportado no final da Segunda Guerra Mundial. Também faz parte de sua biografia o fato de terminar sua carreira com a publicação de um livro, no qual expressou o prazer e a alegria que a música proporciona em razão do significado que essa forma de arte teve em sua vida.

Considerando a instituição escolar como lugar por excelência de compartilhamento de cultura e instrumento de satisfação cultural, para proporcionar alegria aos alunos, Snyders destaca a importância da preparação do professor para a realização do seu trabalho, o que implica necessariamente em planejamento.

Embora seja destacada, em um segundo momento de seus estudos, a temática da alegria na escola já estava presente na fase anterior de suas análises. Um dos pontos de crítica à escola tradicional, cuja centralidade está no professor, é justamente a necessidade de superar uma visão de “obrigação” negativa e triste de obediência e escuta do mestre que possui o conhecimento e irá transmitir aos estudantes, que vão ouvir e assimilar passivamente, para posteriormente reproduzir em avaliações orais ou escritas. Na Pedagogia Progressista, proposta por Snyders, a relação entre professor e aluno precisa ser estimulante e alegre, de maneira que o professor possa auxiliar o estudante no seu desenvolvimento como ser humano. Essa relação estimulante pressupõe que o professor seja orientador, facilitador, problematizador, para que o estudante alcance resultados de desenvolvimento que não conseguiria sozinho.

Para tanto, é fundamental que o professor esteja preparado, atualizado, ou seja, domine o aspecto da cultura com o qual irá trabalhar com o estudante na relação professor, aluno, conhecimento. O professor precisa ter alegria e acreditar no que faz, ter condições dignas de trabalho e remuneração, e ver na educação a possibilidade de transformação da realidade social para que o mundo seja melhor.

Logo na introdução de sua obra: *A alegria na Escola*, George Snyders (1988) esclarece que o seu problema é unir dois temas: 1) a necessidade de dar alegria aos alunos; e 2) a necessidade de renovação dos conteúdos culturais. Nesse sentido, segundo Snyders a fonte da alegria na Escola deve ser buscada na satisfação que a cultura elaborada pode proporcionar. Entretanto,

²⁴ Para saber mais sobre a tendência pedagógica progressista e as pedagogias crítico-social dos conteúdos e histórico-crítica, consulte o capítulo EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) ÀS APRENDIZAGENS no volume 1 deste livro.

considerar tal pressuposto não significa abandonar o que a escola tem de singular. Conforme explica Snyders (1988, p. 13):

De fato, meu problema é unir dois temas que acabo de expor: para dar alegria aos alunos coloco minha esperança na renovação dos conteúdos culturais. A fonte da alegria dos alunos não a procuro, inicialmente do lado dos jogos, nem dos métodos agradáveis, nem do lado das relações simpáticas entre professores e alunos, nem mesmo na região da autonomia e da escolha: não renuncio a nenhum destes valores, mas conto reencontrá-los como consequências e não como causas primeiras.

Com respeito ao conteúdo e à linguagem adequados, considerando toda a realidade da instituição escolar e sua função social, ele afirma:

Determinando logo que há, que se trata de resgatar, até mesmo de criar um conjunto cultural que se possa propor a cada idade: o conjunto cultural para uma criança de oito anos é a elaboração de suas experiências, de suas surpresas, de seus questionamentos – bem como sua linguagem, e o cultural estende-se a todos os domínios da atividade quando ela atinge o brilho do sucesso; e então cada individualidade, cada classe social pode aí encontrar seu proveito (SNYDERS, 1988, p. 13).

Conforme explicitam Vieira e Almeida (2017, p. 506):

Em outras palavras, a alegria é concebida por Snyders (1988, 1993, 1995, 1996, 2008a, 2008b) como fruto de uma aprendizagem vinculada à realidade, proporcionada pelo saber sistematizado, isto é, pelos conteúdos, que caminha em direção à apreensão do real e por isso aumenta a potência de agir e de existir, dando mais satisfação do que permanecer na incoerência, no aproximativo e no indeciso.

Conforme Snyders (1988, p. 19) “a alegria é a passagem de uma perfeição menor a uma perfeição maior”. Nessa perspectiva, as interações que acontecem no espaço escolar precisam ser estimulantes e alegres. Assim, elas facilitarão a aprendizagem, o desenvolvimento e o crescimento, em uma perspectiva integral de todos os sujeitos envolvidos no processo educacional. Esta formação de alunos críticos e participativos implica na necessidade de professores preparados e conscientes de sua responsabilidade, enquanto agentes de transformação social.

Entretanto, esse acreditar no que faz, e a alegria que precisam ser características do seu trabalho, não significa fechar os olhos para as contradições e problemas que fazem parte do sistema capitalista. O professor que é alegre e procura proporcionar um ambiente alegre de segurança e confiança na escola não é um “alienado consciente” que escolhe não se comprometer com a causa de fazer do mundo um lugar melhor. Pelo contrário, ele compreende que a alegria é transformadora, e que o trabalho com o conhecimento de modo prazeroso irá proporcionar ao estudante a compreensão das possibilidades de melhoria e crescimento provenientes do aprendizado.

Metodologicamente é preciso proporcionar ao aluno conhecer a realidade na qual está inserido, e estimulá-lo para que ele sonhe, ou seja, construa sua própria utopia. Se na Pedagogia Progressista há uma ênfase nos conhecimentos, ela se justifica pela necessidade de oferecer aos

estudantes o que de melhor a humanidade produziu culturalmente ao longo da história. Entretanto, essa primazia não significa uma redução estrita aos conteúdos ensinados.

No contexto específico do ensino superior, por exemplo, conforme explicam Vieira e Almeida (2017, p. 507):

Na perspectiva snyderiana, o saber elaborado e veiculado pela universidade pode levar o estudante a confrontar-se com o mundo e ampliar seu horizonte a ponto de considerar os laços entre o que se passa próximo, em seu cotidiano, e o que se debate em escala geral, seja em termos de teorias, de concepções, seja em termos de questões éticas, de impasses reais, entre outros aspectos. Para que o estudante experimente a alegria cultural é preciso que o professor aborde questões que dizem respeito à vida, à realidade social e natural que envolve a todos. De outro modo, o professor concorre para abandonar seus alunos no banho morno das doutrinas e ideologias dominantes.

Nesse sentido, o professor precisa estimular e não colocar barreiras à curiosidade, imaginação e criatividade dos estudantes. Por isso, uma multiplicidade de instrumentos metodológicos precisa ser aplicada. A preparação é fundamental nesse processo, pois o trabalho do professor nessa perspectiva não pode ser improvisado. Os métodos e recursos precisam ser ajustados aos objetivos almejados. A pesquisa e o dialógico, entre outros instrumentos, são elementos fundamentais, pois, o caminho da Pedagogia Progressista proposta por Snyders, caracterizada pela alegria na escola, proporcionada pelos elementos culturais, é um caminho social e não individual egoísta.

Com relação à influência de Snyders no Brasil, o próprio Dermeval Saviani considera o educador francês uma das referências fundamentais da Pedagogia Histórico-crítica. Sua proposta pedagógica progressista, que ele mesmo caracteriza como sendo de síntese, e não confusão, pretende ser a síntese entre a pedagogia tradicional e a Pedagogia Nova, mas em uma perspectiva de superação dessas pedagogias. Desta forma, ao mesmo tempo que realiza uma crítica dos limites da concepção tradicional e escolanovista, Snyders integra por superação os elementos considerados positivos nessas concepções anteriores.

Em um primeiro momento seu pensamento e atuação são caracterizados como sendo de um autor que propõe uma pedagogia de base essencialmente marxista, na perspectiva da luta de classes, em um segundo momento, quando passa a destacar principalmente a questão da alegria na escola em suas publicações, surgem questionamentos que serviram de base para vários estudos sobre suas contribuições no campo educacional.

Segundo Carvalho (1999, p. 153):

Ao analisarmos as obras produzidas por Snyders, podemos perceber claramente dois conjuntos. O primeiro seria formado pelos livros: Pedagogia Progressista, Para Onde Vão as Pedagogias Não-Diretivas? e Escola, Classe e Luta de Classe e pelos artigos que deram origem ou contribuíram na realização destes livros: *La Pédagogie en France aux XVII et XVIII siècles*, *La Non-Directivite Est-Ce La Bonne Direction? (Enfance)* e foi o Mestre-Escola Quem Perdeu a Batalha das Diferenças Sociais (*Enfance*). O segundo conjunto seria formado pelos livros: A Alegria na Escola, Alunos Felizes, A Escola Pode Ensinar as Alegrias da Música? e Feliz na Universidade e pelos artigos: As Pedagogias

Não-Diretivas – Conferências: Jornadas Pedagógicas- Portugal, *Recherches Pour L'Éducation Musicale (Revue Des Science de L'Éducation)*, *Le Joies Etudiants: Recherchers à Partir de Quelques Biographies (Revue Française de Pédagogie)* ele *Gout Musical en France aux 17e et 18 e Siècles*.

Embora a exposição desses dois conjuntos de obras possa passar a impressão, à primeira vista, de uma ruptura radical com relação aos temas e objetivos de estudo, e consequentemente uma mudança de princípios em sua proposta pedagógica, o que Snyders realizou foi uma continuidade, ampliando seus estudos e análises para esclarecer conceitos e principais ideias. “Apesar da mudança de temática, de ênfase, verificamos entre estes dois conjuntos uma continuidade, onde o segundo conjunto é um desdobramento do primeiro, dos conceitos e principais ideias desenvolvidas neste” (CARVALHO, 1999, p. 154).

É no seu segundo conjunto de obras que Snyders irá destacar o papel da cultura erudita na escola, cujos elementos deverão colaborar para proporcionar a alegria aos estudantes e tornar o espaço escolar atraente e prazeroso, sem descuidar da necessidade de lutar pela transformação das condições sociais de desigualdade impostas pelo sistema capitalista. Nesse sentido, segundo Snyders, quanto maiores forem as condições de desigualdade e sofrimento a que os estudantes estejam submetidos por conta das contradições do sistema capitalista, maior deve ser a responsabilidade da escola em oferecer formação, cultura, segurança, alegria, harmonia, enfim, condições concretas para o desenvolvimento de uma educação que visa a formação do ser humano, em uma perspectiva integral. Nesse processo, a alegria é um elemento fundamental, pois, “[...] ali onde há alegria, há um passo à frente, crescimento da personalidade no seu conjunto” (SNYDERS, 1988, p. 19).

A criatividade exerce no contexto educacional a melhoria da motivação e participação em sala de aula (WECHSLER, 1998). No cotidiano do professor estão incluídos não apenas as necessidades cognitivas e executivas (pensamento criativo e metacognitivo), mas também o respeito ao estilo de pensar dos discentes e a manutenção de um clima favorável ao comportamento criativo. Assim, a interação entre os aspectos físicos, cognitivos, afetivos e suprarracionais (imaginação) transformam a sala de aula em um espaço gerador de ideias (WECHSLER, 1998), capaz de potencializar não apenas os sentidos de audição e visão, mas diversas áreas do cérebro, e com isso, obter uma aprendizagem engajada e significativa.

Exemplificar sempre o conteúdo com a prática de vida dos estudantes de forma afetiva e bem-humorada ajuda na assimilação. “Quando o objetivo é nutrir aprendizagem afetiva e cognitiva de alto nível, métodos de ensino que encorajam a atividade e envolvimento discente são preferíveis a métodos mais passivos” (MIDDENDORF e KALISH, 1996, p. 3). Para além disso, é preciso estimular o discente a buscar novos horizontes sobre a temática estudada, ao invés de apenas uma mera repetição de informações (WECHSLER, 1998). Nessa perspectiva se insere a criatividade no contexto escolar. Em uma construção que inter-relaciona os conceitos aqui abordados, Relvas discorre que:

Em virtude de o cérebro ter esse mecanismo que esvazia a si mesmo, para aprender mais, o professor deve emoldurar os conteúdos de maneira agradável (não importa a disciplina), sendo criativo e multifuncional. [...]O processo de ensino- aprendizagem deve ser excitante e, ao mesmo tempo, minimizar a excitação, dentro do que se pretende atingir, para não perder o foco. (RELVAS, 2014, p.39)

3.9 Planejamento humanista: Pedagogia Logosófica

A Pedagogia Logosófica tem origem na “Logosofia”, do grego *logos* (verbo) + *sophia* (sabedoria), que significa “verbo criador, sábio”. Foi criada pelo educador argentino Carlos Bernardo González Pecotche (1901-1963) no ano de 1930. Pensador e humanista, desde os seus 29 anos, reagiu aos sistemas tradicionais de educação, especialmente no que se refere à formação humana (FUNDAÇÃO LOGOSÓFICA, 2021). Seu humanismo convergiu para a premissa de que o ser humano, como ser racional, sensível e consciente teria de realizar “[...] em si mesmo, as excelências de sua condição de humano e de seu conteúdo espiritual, na base de uma incessante superação” (PECOTCHE, 2015, p.107).

Sob essa ótica, é que em 1961, anunciou a criação do primeiro educandário logosófico, a “Escola Primária 11 de Agosto”, em Montevidéu, capital do Uruguai. Um espaço em que as crianças, desde a mais tenra idade, pudessem, além de realizar os estudos vinculados aos conhecimentos científicos, agregar uma bagagem - de forma inter e transdisciplinar - de saberes, valores atitudinais, competências e habilidades acerca de conhecimentos que focassem a vida em três zonas: a) a vida interna (mundo dos pensamentos, dos sentimentos, das emoções, das reações positivas, negativas etc.); b) o mundo “circundante”, forjado pelo convívio social; c) e por fim, o denominado “mundo metafísico, transcendente ou causal”, matéria da busca de filósofos, que questionaram desde longa data “de onde vim, para onde vou, o que sou”, e “[...] onde o homem, guiado sempre pelo conhecimento, encontra a justificação de tudo o que antes lhe fora incompreensível”. (PECOTCHE, 2015, p. 57).

Nas escolas logosóficas, as crianças, desde a Educação Infantil, tomam contato com ramos do conhecimento que o educador argentino denomina de “transcendentes”, isso porque são de natureza “metafísica”, para além do que é material, do que é físico. Conhecimentos estes que se embrenham aos domínios do “conhecimento de si”, abordagem fundante na esfera da aprendizagem logosófica. Logo, é parte da linha metodológica de ensino logosófico, de forma realmente abreviada - já que a obra traz inúmeros conceitos originais que necessitam ser visitados²⁵ - que os infantes desde cedo aprendam a:

- a. Reconhecer que possuem uma configuração tríade, composta de um corpo físico, uma alma (o equipamento psíquico, mente, sensibilidade e instinto) e um espírito, que nesta Pedagogia tem o sentido de: “[...]o inspirador, o acumulador de energia, sustentador e perpetuador da existência extrafísica, mas também o agente natural de enlace entre o homem e seu Criador” (PECOTCHE, 2017b, p. 70);
- b. Identificar que possuem uma mente e uma sensibilidade, e que são os pensamentos “os agentes causais da existência humana” (PECOTCHE, 2015, p. 63);
- c. Conhecer a si mesmo, ou seja, “[...] que implica o domínio pleno dos elementos que constituem o segredo da existência de cada um” (PECOTCHE, 2017, p. 6);
- d. Desenvolver uma ética “elevada”, em acordo com os fins superiores, para qual o ser humano foi criado;
- e. Incrementar a “consciência”.

25 Livros sobre a temática e aqueles referendados poderão ser encontrados no site: www.logosofia.org.br

Dentre as inúmeras concepções originais apresentadas por esta pedagogia, destacamos a de “pensamentos” que abre arcanos para o conhecimento de si mesmo, segundo o educador. Isso porque, ao conhecê-los, nos inteiramos da necessidade de realizar uma séria “limpeza interna”, já que na mente existem “programações indesejadas”, e que nos remetem a condutas que nos causam “desconfortos” para conosco e com os demais, e que, inclusive, comprometem a aprendizagem nas diferentes áreas do conhecimento. Assim, e por exemplo, quando por vezes “nos irritamos” com alguém e depois questionamos “Mas por que disse isso?”. A Logosofia explica que, existe um ser que “não desejou” agir de forma ríspida e outro que assim o “fez”. De fato, o ser que agiu de forma abrupta, foi movido por uma programação forjada por certos pensamentos que habitam a mente desde longa data. O método logosófico indica que é preciso uma séria “revisão” deste acervo “moral” indesejável. Este fenômeno se incrementa em diversos campos da vida.

Para a Pedagogia Logosófica, somos o resultado de um arquétipo plasmado pelo pensamento criador, assim temos de desenvolver a consciência de nosso “melhor” protótipo, de modo a encontrar a razão de nosso ser e a felicidade, que se materializa a partir do conhecimento de si.

A Pedagogia Logosófica sustenta seu modelo educacional no desenvolvimento pleno da individualidade por meio da evolução da consciência. Em linhas gerais, assume a missão de “[...] de arrancar o homem dos planos inferiores de consciência em que se encontra, para levá-lo, gradualmente, passando por processos alternados de superação, a conquistar o domínio consciente de suas possibilidades humanas” (PECOTCHE, 2019, p. 262). A superação neste sentido, estaria focada no entendimento de educar este humano para alcançar suas “melhores condições”, em termos de conhecimentos, saberes, valores, competências, habilidades etc. De modo a forjar as “excelências do espírito” (PECOTCHE, 2019). À vista disso, nas escolas logosóficas, todo o planejamento está diretamente vinculado a esse propósito, aliado ao fato do “ser humano” ser o centro do processo ensino-aprendizagem. Por conseguinte, todos os envolvidos neste sistema são protagonistas em potencial, apesar do destaque que é dado à relação professor- aluno.

Para a realização de um planejamento de ensino, independentemente de sua natureza, alguns princípios desta pedagogia precisam ser considerados. Evidenciamos inicialmente que a “arte de ensinar consiste em ensinar a si mesmo” (PECOTCHE, 2019). Dito de outra forma, só se pode ensinar aquilo que se sabe e se realiza a partir do próprio exemplo: “Todo ensinamento moral não avalizado pelo exemplo de quem o dita, atua em sentido contrário na alma de quem o recebe” (PECOTCHE, 2017, p. 78). Em suma, o ensino acontece acoplado à aprendizagem do próprio educador. A máxima axiomática vale para quaisquer situações. Desta forma, não se pode ensinar Matemática ou mesmo flauta, se não se possui o domínio dos campos que estes conhecimentos encerram. Relevante mencionar que os educandos também são motivados a “ensinar”, já que ao ensinar, a aprendizagem se consolida. E ao fazê-lo, assumem o compromisso com o princípio da “arte de ensinar a si”.

A individualidade é outra concepção relevante, já que o educando é percebido como “um”, único e singular. Logo, o planejamento terá de contemplar atividades que potencializem o indivíduo, e não o “homem-massa” (PECOTHCE, 2017), irreflexivo e que tão somente segue as regras ou opiniões de um grupo, que não pensa por si. Naturalmente que a concepção de individualidade é oposta ao “individualismo”, já que na perspectiva logosófica, o indivíduo precisa aprender a plenitude do convívio em sociedade.

O planejamento também terá de ser alicerçado em três leis do ensino: afeto, analogia e repetição. O afeto é tido como o “princípio fixador das relações humanas” (PECOTCHE, 2013). Desta forma, as relações afetivas são a base para que a aprendizagem aconteça. Razão pela qual, a afetividade é presença nos ambientes escolares logosóficos, em que há um cuidado no uso da palavra, de modo que se possa dialogar sem “agredir”. A afetividade perpassa pela “ética do cuidado”. Já que o respeito se veicula através desta conduta.

Sobre a analogia e a repetição, entende-se que é pela primeira que o ensinamento se torna clarificado na mente de quem o recebe, e que a “repetição”, é a forma de reiterar os conceitos de formas “variadas”, utilizando-se vários recursos, de modo que o professor evite recapitulações e retóricas esvaziadas de sentidos.

O campo experimental desta pedagogia é a “vida em si”, melhor dizendo, é onde “[..] ocorrem as lutas e onde cada um vence ou é derrotado; mas é também o cenário onde o espírito se tempera verdadeiramente, e onde, pouco a pouco, com vontade e entusiasmos grandes, se vai lavrando um novo e elevado destino” (PECOTCHE, 2019, p. 263). Razão pela qual, todo planejamento de ensino necessita partir de experiências reais, concretas. O que não significa tão somente trazer o “pior” da natureza humana para campo de intercâmbio. Mas, principalmente apresentar conteúdos que edifiquem e provoquem as melhores ideias, os mais elevados valores e sentimentos, e que sejam desafiadores, de modo que as crianças desde cedo possam pensar soluções para os diferentes problemas, contrariedades e conflitos humanos.

O “intercâmbio” é a modalidade de estudo em que o educando aprende a se relacionar na escola logosófica. A expressão “intercâmbio” (inter+câmbio), significa “câmbio interno”. Em que as trocas de ideias, conceituais etc. são realizadas de dentro para fora, e isto significa a tomada de duas posições éticas. A primeira, do respeito à palavra do outro, evitando-se atropelos quando se fala, de modo a não cortar o colega enquanto este se manifesta, “fala”. Em segundo lugar, que “todos”, sem exceção, “têm direito à voz”. Não importa a opinião dada. O que significa que embates se dão no campo das ideias e que posições, precisam ser mantidas de forma firme, sem “diminuir” o outro.

Outrossim, o planejamento de quaisquer áreas do conhecimento será ainda intermediado por temas pertinentes ao universo logosófico, tais como os conhecimentos sobre a própria mente, a sensibilidade, os sentimentos, os pensamentos, concepção de tempo, de vida, de valores éticos, conhecimento de si etc. Desta maneira, a criança ao aprender a “multiplicação” em Matemática, terá de refletir sobre “o que também deve multiplicar na própria vida e na dos demais” para fazer um mundo melhor.

Finalmente, o planejamento nas escolas logosóficas é sistêmico e holístico, porque inter-relaciona eventos, pessoas e o respeito pela vida em todas as suas formas de manifestação. É ainda dinâmico, individual e coletivo, em que os espaços de tempo são organizados para pensar o educando como indivíduo, seus interesses, necessidades e em que o professor, é figura proeminente e que, portanto, precisa ser respeitado.

3.10 Planejamento sob a ótica de Paulo Freire

O trabalho de Paulo Freire culminou na pedagogia libertadora. Assim como a pedagogia libertária, ela apresenta extrema importância para a educação popular. A importância do seu

trabalho é respaldada no fato de ser o pedagogo brasileiro mais lido no mundo, servindo de base inclusive para uma forma de condução da aprendizagem de adultos chamada metagogia²⁶.

A pedagogia de Paulo Freire, conhecida em diferentes partes do mundo, merece espaço nesta discussão, e pode apoiar educadores interessados em articular teoria e prática com o objetivo de colocar a educação como fator de mudança social. A pedagogia crítica de Paulo Freire se situa entre as concepções ditas progressistas, e destaca o aspecto sociopolítico da educação. As pedagogias progressistas defendem, em linhas gerais, o enfoque na realidade do aluno, nas condições objetivas de vida de cada sujeito presente naquela ação educativa.

As práticas apoiadas em abordagens críticas procuram articular a formação com a realidade concreta vivenciada pelas pessoas envolvidas nos processos de formação. De acordo com Paulo Freire, a educação tem um papel político na sociedade. Por meio do ato educativo, pode-se conscientizar os sujeitos da ação educativa acerca dos elementos estruturantes da sociedade, bem como da realidade da própria comunidade de cada um (LIBÂNEO, 1985). Bastante presente na educação popular, especialmente na alfabetização de jovens e adultos, esta pedagogia defende que a educação é um meio de transformação social.

Observa-se na pedagogia freiriana uma ênfase em relação ao desenvolvimento da capacidade de leitura da realidade. O aprendizado acerca dos significados das palavras deve estar associado com a capacidade de o sujeito ler o mundo. Nas palavras de Freire (2006, p. 11),

[...] a leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele. Linguagem e realidade se prendem dinamicamente. A compreensão do texto a ser alcançada por sua leitura crítica implica a percepção das relações entre o texto e o contexto.

A partir desta concepção de educação, considera-se o valor da palavra contextualizada. Cabe aos professores o exercício do papel de mediadores capazes de articular linguagem, pensamento, ação e consciência. Freire (1996) compreende que a partir da disponibilidade do professor para a escuta, bem como a partir da criação de condições para estudantes refletirem sobre a própria realidade social, política e econômica, o ato educativo pode promover emancipação, consciência e liberdade em meio às relações de opressão estruturantes da sociedade.

É nesse sentido que Freire entende a construção da relação de ensino-aprendizagem e propõe a caminhada educativa que parte da ingenuidade à curiosidade epistemológica (FREIRE, 1996); ou seja, aceita-se a ideia de que a educação possa viabilizar o desenvolvimento da capacidade de sair do senso comum para um saber científico articulado às realidades sociais. Questionar, buscar, pesquisar. Eis os principais objetivos a serem buscados através do ato educativo.

Ao ser produzido, o conhecimento novo supera outro que antes foi novo e se fez velho, e se “dispõe” a ser ultrapassado por outro amanhã. Daí que seja tão fundamental conhecer o conhecimento existente, quanto saber que estamos abertos e aptos à produção do conhecimento ainda não existente (FREIRE, 1996, p. 28).

O relacionamento professor-aluno nessa concepção pedagógica é horizontal, porque entende-se que todos os envolvidos no ato educativo são sujeitos do ato de conhecimento. Como

26 Para saber mais sobre a pedagogia libertadora, libertária e a metagogia, consulte o capítulo EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) ÀS APRENDIZAGENS no volume 1 deste livro.

o centro do processo de ensino-aprendizagem é a realidade do aluno, entende-se que a educação se faz no ato de conhecer, o que acontece juntos (LIBÂNEO, 1985). Nessa proposta, o professor está em constante aprendizado. É sintetizadora dessa ideia a frase “quem ensina aprende ao ensinar, e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 1996, p. 23). Portanto, para Freire, o professor articula ensino, aprendizagem e pesquisa no seu fazer docente como aspectos indissociáveis.

Esta concepção, conforme se observa, valoriza o desenvolvimento da criticidade a partir da articulação teórico-prática empregada aos processos de ensino e de aprendizagem. Neste sentido, o uso da tecnologia pode ampliar as possibilidades ao desenvolvimento da consciência, desde que a realidade seja compreendida em sua complexidade. As dimensões sociais, históricas e culturais devem ser consideradas ao longo das práticas educativas. Para tanto, o uso das TICs abre possibilidades de acesso à informação e ao conhecimento.

De maneira geral, a concepção pedagógica de Paulo Freire não se faz muito presente nos sistemas formais de ensino. Conforme exposto, está mais presente na educação popular e na formação de adultos (LIBÂNEO, 1985). Mesmo assim, seus pressupostos mostram-se relevantes para diversos sistemas, em distintas modalidades de ensino. Há interfaces entre a andragogia, a heutagogia²⁷ e a pedagogia freireana. É possível destacar aspectos como: a importância da mobilização dos alunos adultos com relação aos saberes prévios e às experiências de vida compreendidas enquanto maneiras e formas de atuar no mundo.

Levando-se em consideração o desenvolvimento tecnológico e a ampliação de acesso à internet, remetemo-nos às comunidades rurais equipadas com internet em que as TICs são utilizadas com o objetivo de que o desenvolvimento sustentável se efetive. Nesta perspectiva, pode-se aproximar a pedagogia crítica de Freire com as estratégias de condução da aprendizagem baseada na heutagogia (MALEK, 2017). A intersecção envolvendo essas duas abordagens fica evidente no que se refere ao protagonismo do educando, em seu processo de ensino-aprendizagem, e no foco aos conhecimentos aplicados em realidades locais.

Paulo Freire faleceu em 1997. Deste modo, não acompanhou o processo de expansão e disseminação das tecnologias informacionais e comunicacionais. Não viu o crescimento e ampliação de acesso à internet e às mídias digitais. Em seu tempo, tecnologias disponíveis eram especialmente o rádio, a televisão, e os computadores se tornavam timidamente acessíveis. Ainda assim, Freire deixou diversas reflexões em seus escritos (FREIRE e GUIMARÃES, 2011). Com relação ao olhar crítico para as mídias, especificamente referindo-se à televisão, Freire (2011, p. 32) ponderou que,

[...] os meios de comunicação não são bons nem ruins em si mesmos. Servindo-se de técnicas, eles são o resultado do avanço da tecnologia, são expressões da criatividade humana, da ciência desenvolvida pelo ser humano. O problema é perguntar a serviço “do quê” e a serviço “de quem” os meios de comunicação se acham. E essa é uma questão que tem a ver com o poder, e é política.

Partindo da reflexão anterior sobre a pedagogia freireana, compreende-se que um caminho pelo qual as mídias podem ser abordadas está no debate e na problematização destas, ou seja, a leitura do mundo passa pelo questionamento acerca do caráter de neutralidade com o qual a

27 Para ver mais sobre andragogia e heutagogia ver capítulo “EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) ÀS APRENDIZAGENS” no volume 1 deste livro.

tecnologia é apresentada à sociedade. Nesse sentido, a formação ética é anterior à formação instrumental. “É por isso que transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador” (FREIRE, 1996, p. 33).

A concepção de educação guia a forma como a tecnologia é entendida, abordada e trabalhada no espaço formativo; tem relação com o “pensar certo” (FREIRE, 1996). Nessa concepção, é transformar a curiosidade ingênua sobre as tecnologias em curiosidade epistemológica, construindo, assim, uma relação de autores - e não de espectadores. Os recursos tecnológicos, portanto, podem ser vistos na pedagogia freireana como ferramentas que possibilitam o diálogo, a mobilização de saberes prévios, a capacidade de produção e de autoria, desde que sejam utilizados com base em princípios éticos e políticos no âmbito da ação educativa.

Por isso, o planejamento de uma aula inspirada na pedagogia freireana não visará (somente) a apropriação técnica dos recursos tecnológicos, mas as utilizará essencialmente como meios de proporcionar o diálogo, mobilização e transformação social. Como o diálogo está na base do pensamento de Freire, a escolha das metodologias, nessa perspectiva, priorizam a mobilização de saberes prévios e momentos de partilha; a partir dos objetivos pedagógicos e do diálogo se constitui *o conteúdo da aula*.

O diálogo, para Freire, é uma forma de “(...) encontro dos homens para a tarefa comum de saber agir” (FREIRE, 1987, p. 51). Reflexão e ação, nessa perspectiva, são indissociáveis. Essa forma de pensar o ato educativo se contrapõe às metodologias que colocam o professor como centro do processo de ensino-aprendizagem, como um transmissor de conhecimento para estudantes (“educação bancária”). É por isso que, com relação ao conteúdo programático, este não se pauta em uma escolha pré-definida pelo professor ou sistema de ensino, mas é formada em conjunto com os educandos e está em constante transformação, em um processo dialético.

O planejamento, portanto, pode ser visto como uma estrutura que organiza os momentos formativos e a mediação, considerando que estes serão preenchidos com o envolvimento de todos em um ato significativo e que vislumbra a edificação de uma consciência crítica.

3.10.1 Paulo Freire e as Comunidades Virtuais de Aprendizagem e Comunidades de Prática

As comunidades virtuais de aprendizagem e as comunidades de prática promovem o trabalho colaborativo e em rede, em uma perspectiva de construção conjunta de conhecimento acerca dos temas comuns entre os integrantes. Promovem uma capacidade de ir para além dos muros da escola; compreendem as diversas possibilidades educativas entre sociedade e ação educativa sistematizada. Esse sentido de comunidade possibilita um caminho para colocar em prática a pedagogia crítica de Paulo Freire.

António Nóvoa, educador e escritor português, fala sobre o sentido de comunidade em uma palestra proferida no Brasil em 2017. O autor nos remete à ideia do encontro, da oportunidade do diálogo, das trocas de experiência, do estímulo à produção conjunta, do debate de ideias, da união de esforços em torno de um objetivo comum, do aprendizado uns com os outros e com os diferentes de nós.

Ética não é um discurso, é uma ação, é um compromisso. O comum, a construção do comum é tudo o que nos resta nas sociedades do século XXI. (...). E o que é o comum? O comum, disse John Dewey na obra “Democracia e Educação” há cem anos (...) entre as palavras comum, comunicação e comunidade não há apenas um nexos verbal ou linguístico, há um nexos muito mais profundo. Comunidade, acrescentava ele, não é o que nos une entre iguais, como às vezes pensamos e como às vezes utilizamos a palavra comunidade: comunidade étnica, local, religiosa, familiar, uma comunidade de iguais. Não, não. Não é essa comunidade que me interessa. Me interessa a comunidade que vem do ‘comum’. O que podemos fazer em comum uns com os outros. Como é que podemos construir uma comunidade [para] trabalhar em comum com gente que é muito diferente de nós. (NÓVOA, 2017).

Nesse sentido, comunidade é um espaço para instaurar o diálogo. Comunidade abre condições para o trabalho no campo dos acordos e da preservação da democracia. Essa ideia está profundamente vinculada à concepção pedagógica de Freire. As comunidades de aprendizagem e de práticas tornam-se, então, ferramentas que possibilitam esse encontro no sentido da ampliação da perspectiva crítica, da promoção do encontro e da possibilidade de desenvolver a autoria.

Tendo como exemplo as *Smart Villages* (MALEK, 2017) ou as comunidades rurais, em que as pessoas possuem contato com as tecnologias informacionais, vislumbramos a possibilidade de as TICs viabilizarem a construção de comunidades. Estas despontam com potencial para apoiar membros de uma determinada comunidade em projetos voltados para a busca de soluções para os problemas cotidianos e locais.

Nas chamadas aldeias inteligentes (*smart villages*), considera-se uma concepção de educação que passa necessariamente pela construção da autonomia do educando, bem como pelo desenvolvimento de um olhar crítico para a sua realidade - local para global - e, especialmente, para a ampliação de condições de criação e inovação. A transformação da realidade vale-se do uso das TICs e de outras tecnologias, tais como ferramentas aplicadas às demandas do campo em áreas rurais.

Problemas internos e externos às comunidades podem ser resolvidos a partir do uso das tecnologias digitais, informacionais e comunicacionais. Sendo assim, a busca pelo protagonismo através da educação desponta como objetivo primordial na contemporaneidade. Portanto, tecnologia aliada ao compromisso ético pela transformação da realidade social viabilizam o desenvolvimento de habilidades e competências vinculadas ao que Paulo Freire denominou de ato educativo.

3.11 Contribuições da Neurociência para o Planejamento

Diante dos aspectos vinculados à aprendizagem e seu planejamento, cabe discutir os fatores que se correlacionam a um aproveitamento do aprender conectado às variáveis estudadas pela Neurociência, dentre os quais tem-se: a atenção (SANCOVSCHI e KASTRUP, 2013), a emoção e o afeto (FONSECA, 2016; SOUZA *et al.*, 2020; CAGNIN, 2008), as habilidades sociais, o sono (VALLE *et al.*, 2009), a memória (RAMOS, 2014), e a criatividade (WECHSLER, 1998). Assim, compreender o funcionamento cerebral em interação com aspectos psicológicos possibi-

lita um maior entendimento da complexidade do ser humano (LOPES *et al.*, 2020). Entende-se que um dos desafios para a educação não está em apenas saber como ensinar ou avaliar o que foi ensinado, mas apresentar conhecimento em um formato que o cérebro aprenda com maior eficácia.

Segundo Souza e Gomes (2015, p. 108), a neurociência pode ser descrita como:

O estudo científico do sistema neural, cujo objetivo é de investigar o seu funcionamento, sua estrutura, seu desenvolvimento e suas alterações, agregando suas diversas funções. Complementam-se ainda na sua definição, as ciências naturais que estudam princípios que descrevem a estrutura e atividades neurais, buscando a compreensão dos fenômenos observados (adaptado pelos autores).

Desse modo, a neurociência é uma área de estudo do sistema neural que inclui a relação entre cérebro e comportamento (COSENZA e GUERRA, 2011). Seu conhecimento deve ser direcionado às pessoas que colaboram diretamente no desenvolvimento cognitivo dos aprendentes, dentre os quais, os professores. A proposta da presente seção é a de estruturar um diálogo entre neurociência e educação, partindo do pressuposto de que a neurociência se integra a outras ciências apresentando-se como área transdisciplinar no estudo do cérebro humano. No entanto, não há o intuito de desconstruir a relevância de outros aspectos da experiência do aprendente, tais como história e contexto de vida, nem tampouco, hierarquizá-los.

As numerosas mudanças na sociedade contemporânea constituídas especialmente pelo avanço tecnológico, em que incontáveis informações são disponibilizadas, apontam a necessidade de pensar novas formas eficientes de promoção da aprendizagem (CARVALHO, 2010). Com o avanço das ciências do cérebro, há a possibilidade de aplicação dos seus conhecimentos na formação docente no que se refere a aprendizagem como fenômeno complexo. Essa aplicação pode ocorrer de forma a instrumentalizar a abordagem de ensino, a partir da compreensão do funcionamento cerebral, do processamento do saber, possibilitando a estruturação de intervenções e ações pedagógicas em sala de aula.

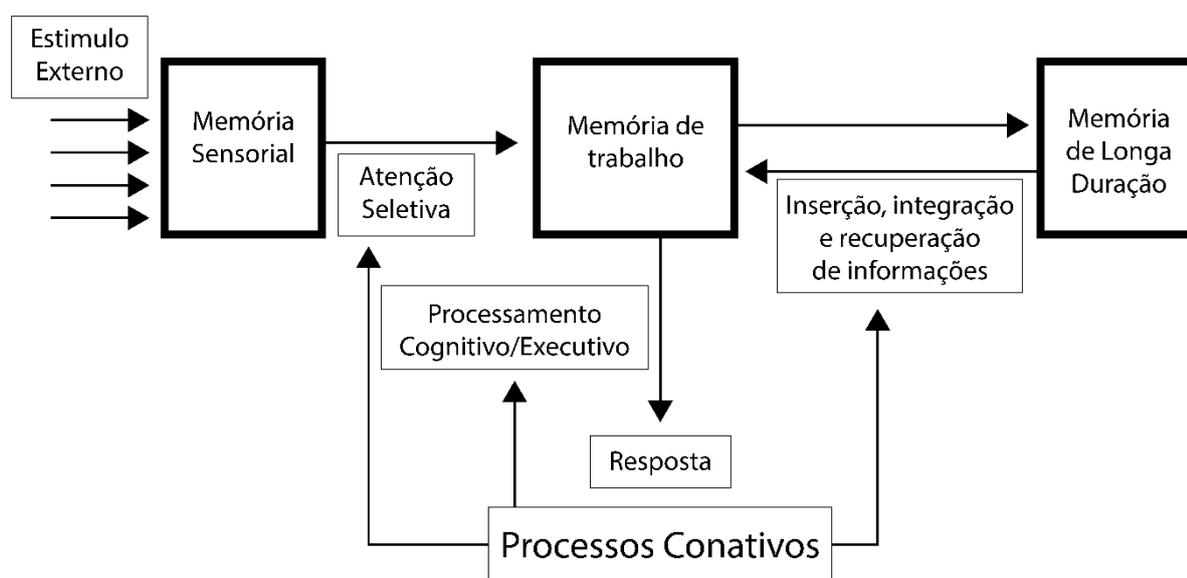
Bartoszeck (2007), pesquisador vinculado à Universidade Federal do Paraná, argumenta sobre a relevância das contribuições da neurociência para a educação e as implicações da pesquisa sobre o cérebro para o ensino. Em uma pesquisa realizada, que teve como objetivo investigar o impacto de um programa pedagógico, com atividades didático-manipulativas usando corpo/movimento, os resultados indicaram um melhor desempenho escolar a partir da inserção de atividades somatossensoriais.

A memória refere-se aos processos de codificação, armazenamento e recuperação de informações e processos (CAGNIN, 2008). No que se refere especificamente à Atenção, Ladewig e Farias (2002, p. 62) discorrem que “exerce uma função importante na capacidade de retenção de informações relevantes, pois é através dela, associada aos processos de controle, que guardamos informações na memória de longa duração”. A Memória refere-se ao processo pelo qual experiências anteriores levam à alteração do comportamento, e a Atenção remete a um conjunto de processos que leva à seleção ou priorização no processamento de dadas categorias de informação (HELENE e XAVIER, 2003). Portanto, o planejamento e a organização dos conteúdos a serem ministrados devem direcionar o foco atencional para os aspectos específicos ministrados.

Iremos dividir, neste texto, a memória em dois grandes grupos: de curta duração e de longa duração. A memória de curta duração será subdividida em sensorial e de trabalho. A

memória sensorial representa a estrutura cognitiva que nos permite perceber uma nova informação e preservar uma cópia sensorial exata daquilo que nos foi apresentado por menos de 0,25 segundos (SWELLER, 2005; MAYER, 2010). Memória de trabalho, por sua vez, representa a estrutura cognitiva capaz de selecionar e processar informação proveniente da memória sensorial de modo consciente, integrando-a com a memória de longo prazo (SWELLER, 2005; MAYER, 2010). A memória de trabalho dura menos de 30 segundos e tem capacidade limitada. Assim, esta memória processa uma pequena quantidade de informação por vez (MAYER, 2010). A memória de longa duração, de modo distinto, armazena todo o estoque de conhecimento de um indivíduo por um tempo indeterminado, fato este que nos deixa conscientes de suas informações quando são transferidas para a memória de trabalho (SORDEN, 2012). Segundo Blakemore e Bunge (2012, p. S2) “a habilidade para armazenar e recuperar associações da memória de longa duração é fundamental para a aprendizagem, tanto do lado de dentro quanto de fora da escola.”. A Figura 4 apresenta a relação entre memória e atenção, conectando ambas no processo de aprendizagem.

Figura 4: Os sistemas da memória e sua relação com a atenção



Fonte: Adaptado de Ladewig (2002)

A capacidade da atenção seletiva, relacionada a uma tarefa, varia entre os estudantes. Aparentemente, essa capacidade pode ser treinada e expandida. Um dado interessante é que o declínio da concentração discente, em uma aula expositiva, está mais relacionado com a forma em que esse conteúdo é apresentado do que com a natureza desse conteúdo (STUART e RUTHERFORD, 1978). Outro dado importante é que os lapsos de atenção seletiva são mais frequentes em cenários escolares do que nas atividades do dia a dia (SZPUNAR *et al.*, 2013).

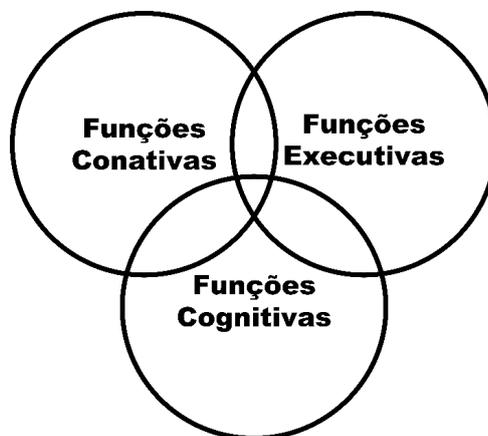
Johnstone e Percival (1976) e Burns (1985) realizaram estudos observacionais procurando computar o tempo médio para a quebra de atenção seletiva dos discentes, após o início de uma aula expositiva ou palestra. Estes dois estudos apontaram uma primeira falha de atenção cerca de 5 minutos após o início da aula expositiva. Após um intervalo de 15 a 20 minutos, do início

da aula expositiva, ambos os estudos apontaram uma maior frequência de lapsos de atenção na aula expositiva ou palestra. Em outro experimento, onde os discentes assistiam aulas *online* gravadas de 55 minutos e eram sondados em tempos variados de 5, 25, 40 e 55 minutos, notou-se que houve aumento dos lapsos de atenção e diferença na retenção das informações ensinadas quando se estendia o tempo de aula. Nesse experimento, a retenção do conteúdo, medido através da aplicação de testes imediatamente após os 55 minutos de aula, foi de 71% para o conteúdo ministrado nos primeiros 25 minutos e 57% para o conteúdo ministrado entre 25 e 55 minutos de aula (RISKO *et al.*, 2012).

Baseado nessa premissa, Johnstone e Percival (1976) sugerem ao professor uma abordagem onde ocorra a mesclagem de aula expositiva com outras abordagens, tais como: uma rápida resolução de problemas, a realização de algum experimento ou a apresentação de modelos ilustrativos. Pode-se até mesmo contar uma piada ou uma estória que tome cerca de 2 a 5 minutos da aula, de forma a permitir uma recuperação dos discentes para mais 15 a 20 minutos de aula expositiva (MIDDENDORF e KALISH, 1996). Até mesmo as piadas e estórias contadas podem apoiar a aprendizagem, caso elas sejam planejadas de forma conectada ao conteúdo (MIDDENDORF e KALISH, 1996). Porém, existe uma carência de estudos tecnicamente relevantes sobre a efetividade dessa abordagem. Como a incidência de lapsos de atenção em aulas fisicamente presenciais e aulas *online* gravadas parece ser similar, sugere-se o uso de aulas curtas para o ensino *online* (SZPUNAR *et al.*, 2013).

Partindo do pressuposto da Neurociência, há uma inseparabilidade das funções Conativas, Executivas e Cognitivas (FONSECA, 2014), conforme esboçado na Figura 5:

Figura 5: Triade Funcional da Aprendizagem humana



Fonte: Fonseca (2014)

As funções Conativas dizem respeito em termos simples à motivação, às emoções, a afetividade experimentada pelo aprendente. Segundo Fonseca (2014, p.242): “a aprendizagem humana dificilmente decorre numa atmosfera de sofrimento emocional, de incompreensão penalizante ou debaixo de uma autorepresentação ou autoestima negativas, exatamente porque ela tem, e assume sempre, uma *significação afetiva*, isto é, conativa”. Sobre a relação entre o afeto e a memória Cagnin (2008, p. 494) afirma:

Inúmeras evidências empíricas de estudos com ênfase cognitivista, vêm apontando para o fato de que a recuperação de conteúdos na memória de longo

prazo é melhor quando o material armazenado tem alto valor afetivo. [...] Porém, além do valor afetivo de um dado estímulo, do seu grau de familiaridade (Mandler, 1992), ou do fato de o mesmo ser único, inconfundível (Eysenck, 1979), pode haver também a influência dos estados afetivos, como os de humor, na recuperação, como sugerem as evidências de Bower e Forgas (2001), Eich e Maculay (2001), Martin (2001), dentre outros autores.

Conceitualmente, as Funções Executivas (FE) são conjuntos de habilidades cognitivas que possibilitam ao indivíduo avaliar estímulos e orientar seu comportamento à realização de ações (DIAMOND, 2013). No que se refere às FE, estas são modeladas pelas ações educacionais, através, de por exemplo, do uso do lúdico na educação infantil, ou ações direcionadas para atividades acadêmicas, sociais e recreativas através de cenários sonoros ou sensoriais. As FE são compostas por três componentes: a flexibilidade cognitiva - refere-se à capacidade de raciocínio crítico, resolução de problemas, e ao ajustamento social; a memória de trabalho - relacionada a habilidade de armazenar e processar informações, possibilitando a realização de tarefas cognitivas do cotidiano; e o controle inibitório - relacionado com a capacidade de refrear comportamentos impulsivos e de ignorar estímulos e distrações inapropriadas e irrelevantes no contexto. Segundo Caine *et al.* (2009, p. 9) “as funções executivas são a chave para alcançar e sustentar altos padrões de aprendizagem e para sobrepor esses padrões com o passar do tempo”.

Pinho (2018, p. 80) entende que “a aprendizagem ocorre porque há, no cérebro, mecanismos que permitem a realização de processos relacionados à cognição, como as funções cognitivas, responsáveis pela atenção, pela memória, pelo processamento das informações e pelo uso da linguagem”. O planejamento pode ser ampliado mediante a compreensão da proposta da Tríade Funcional da Aprendizagem Humana.

A saber, pesquisas apontam o papel das emoções na aprendizagem (ALEXANDROFF, 2012; FONSECA, 2016; SOUZA *et al.*, 2020). Segundo Souza *et al.* (2020, p.391): “Emoções são, basicamente, mecanismos biológicos ligados ao modo como os seres humanos agem ou reagem diante de determinados fatos ou acontecimentos. Elas estão diretamente ligadas ao valor que as pessoas atribuem às coisas e/ou às circunstâncias”. Nesse sentido, as relações professor-estudante devem se fazer de forma significativa, tanto em sala aula, quanto nas atividades e ocasiões extracurriculares. Existe uma relação íntima entre o estado afetivo e a cognição. Esta relação fica bastante clarificada nas atividades do dia a dia, onde o estado afetivo “nitidamente influencia a memória, a atenção, o julgamento e a tomada de decisão” (CAGNIN, 2008, p. 497).

Caine *et al.* (2009) desenvolveram um conjunto de 12 princípios de aprendizagem do cérebro/mente. Esses princípios representam diferentes aspectos da aprendizagem, estando completamente interconectados. Dessa forma, eles precisam estar integrados ao processo de ensino. O Quadro 3 esboça os princípios desse modelo com base em estudos advindos da neurociência.

Quadro 3: 12 diferentes aspectos da aprendizagem

1. Todo aprendizado é fisiológico;
2. O cérebro/mente é social;
3. A procura por significado é inata;
4. A procura por significado ocorre por meio de padronização;
5. Emoções são críticas para a padronização;
6. O cérebro/mente processa partes e todos simultaneamente;
7. Aprendizagem envolve atenção focada e percepção periférica;
8. Aprendizagem sempre envolve processos conscientes e inconscientes;
9. Existem pelo menos duas abordagens para a memória: arquivamento de fatos isolados e habilidades ou propiciar que a experiência faça sentido;
10. Aprendizagem é desenvolvimental;
11. Aprendizagem complexa é potencializada por desafios e inibida por ameaça associada com falta de apoio;
12. Cada cérebro é unicamente organizado.

Fonte: Caine *et al.* (2009)

Caine *et al.* (2009) elencam 12 capacidades necessárias aos ambientes de estudo para apoiar a aprendizagem. O Quadro 4 esboça essas capacidades.

Quadro 4: 12 capacidades necessárias ao enriquecimento dos ambientes de estudo

1. Envolver a fisiologia na aprendizagem;
2. Envolver interações sociais social;
3. Envolver sua procura inata por significado;
4. Envolver sua capacidade para reconhecer e dominar padrões essenciais;
5. Envolver conexões emocionais;
6. Envolver sua habilidade para perceber tanto os detalhes quanto à visão ampliada;
7. Envolver sua habilidade para focar atenção e aprender do contexto periférico;
8. Envolver o processamento consciente e inconsciente;
9. Envolver sua capacidade para aprender através da memorização de fatos e de forma significativa através da experiência;
10. Reconhecer e envolver etapas de desenvolvimento e mudanças;
11. Reduzir ameaças e potencializar a autoeficácia;
12. Envolver seu estilo individual e singularidade.

Fonte: Caine *et al.* (2009)

Caine *et al.* (2009) elencam 3 elementos-chave para um ensino de qualidade. Esses elementos estão inter-relacionados e influenciam uns aos outros. O primeiro elemento foi intitulado Alerta Relaxado. Este elemento relaciona-se com a criação de um ambiente educacional de baixa ameaça e alto desafio, baseado na compreensão de que existe um estado emocional ótimo para a aprendizagem. Este estado emocional pode ser alcançado em ambientes educacionais onde o aprendiz sinta-se competente, confiante e esteja apropriadamente motivado. Este estado somente pode ser alcançado em ambientes de ensino que priorizem as competências sociais e emocionais.

O segundo elemento é a Imersão Instrumentada em Experiência Complexa. Este elemento relaciona-se com a experiência concreta. Os professores precisam criar oportunidades para que os aprendizes possam conectar o que está sendo experienciado e o que a experiência significa para ele. O professor pode prover experiências significativas aos estudantes auxiliando-os a identificar e integrar atributos das partes constituintes dos objetos de estudo, através de atividades como descrições gerais, mapas mentais, diagramas de processos sequenciais, confecção de modelos. Este elemento também se relaciona com o que fazer com o conhecimento adquirido.

Neste caso, implementar atividades construtivistas é essencial. A ideia é ir além do simples conhecimento significativo, é conseguir utilizar o conhecimento para resolver problemas em contextos realísticos.

O terceiro elemento é o Processamento Ativo da Experiência. Este elemento relaciona-se com a criação de um ambiente educacional que otimize a consolidação do conhecimento. Esse ambiente avalia continuamente o estudante dando-lhe retroalimentação imediata de seu estado atual. Segundo Caine *et al.* (2009, p. 8), neste ambiente,

Estudantes são continuamente estimulados a pensar mais profundamente, identificar características específicas e ver relacionamentos, analisar situações, pensar rápido, desenvolver objetivos e linhas de tempo, tomar decisões críticas e comunicar seu entendimento.

No quadro 5 há uma síntese dos aspectos avaliados por neurocientistas e compilados pelos estudos de Friedlander *et al.* (2011) que se utilizam da neurociência para estruturar modos de como o processo de ensino-aprendizagem pode ser aprimorado a partir da contribuição de algumas diretrizes que podem auxiliar no planejamento em diferentes instâncias educacionais.

Quadro 5: Planejamento das aulas segundo a neurociência

Repetição	Sugere-se que os tópicos sejam expostos de diversas formas a partir de diferentes perspectivas. Sugere-se que os professores trabalhem os tópicos diversas vezes por diferentes perspectivas.
Recompensa e Reforço	O sistema de recompensas é o elo da aprendizagem nos diferentes estágios da vida, para todas as espécies, incluindo humanos.
Visualização	A visualização oportuniza o aprendizado que alcança determinadas vias de funcionamento neuronal e se dá a partir do contato visual do aprendiz com a prática por modelação (assistir um experimento, ou um procedimento, por exemplo).
Engajamento ativo	Há evidências neurobiológicas de que ocorrem alterações funcionais cerebrais vinculadas à aprendizagem nos casos em que o aprendiz esteja ativamente engajado na tarefa.
Estresse moderado	Em termos gerais, o estresse pode ter efeito prejudicial ao indivíduo; no entanto há evidências de que sinais moleculares vinculados ao estresse possam facilitar a potenciação de sinapses ampliando os efeitos da memorização e aprendizagem.
Sono e descanso	O sono, além de regulador emocional, tem papel fundamental no funcionamento da memória. Além do sono, momentos de pausa são importantes para capacidade de resoluções de problemas e atividades que envolvam raciocínio.
Focar, evitando distrações	A realização de diferentes atividades ao mesmo tempo diminui a eficiência da aprendizagem, podendo dificultar uma compreensão completa. Sugere-se a utilização de uma abordagem multimodal, com diferentes formas de apresentação das informações relevantes para o tópico trabalhado.

Estilo individual de aprendizagem	Frente aos diferentes estilos de aprendizagem, há também variados tipos de inteligência. É importante que o aprendiz encontre sua estratégia mais adequada de estudo. Aos professores, estes devem buscar variabilidades de métodos e visões de mundo afim de alcançar os diferentes tipos de inteligência.
Processamento multisensorial	Ensino composto por múltiplas abordagens que acessem diferentes processos sensoriais pode potencializar o processo de aprendizagem. Há o entendimento de que quanto maior quantidade de neurônios envolvidos de diferentes áreas cerebrais, melhor será o armazenamento da memória.

Fonte: Friedlander *et al.* (2011)

A facilitação da aprendizagem, por meio de novas propostas, pode ter efeito significativo na qualidade de vida dos aprendentes a partir da construção de novas metodologias. O conhecimento da neurociência aplicado à educação pode propiciar ao professor a base para a compreensão da forma como os alunos aprendem, ensejando a aquisição de conhecimentos que possa ter efeito no processo ensino-aprendizagem. Torna-se, assim, necessária a aquisição de conhecimentos que potencializem o ensino, a motivação e a avaliação em formatos mais eficientes e compatíveis com o funcionamento cerebral. Deste modo, podemos afirmar que a neurociência se faz necessária à formação de professores em diferentes estágios, apesar de ainda se apresentar como um paradigma recente.

3.12 O planejamento na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem

O conceito de Desenho Universal (DU) surgiu na arquitetura em uma busca por projetar ambientes acessíveis a todos (NELSON, 2014). DUA é um conceito oriundo da neurociência e desenvolvido por Ane Meyer e David Rose no Centro de Tecnologias especiais aplicadas (CAST) em 1999, nos Estados Unidos (NELSON, 2014). Ele consiste em elaborar estratégias de acessibilidade facilitada a todos, no que tange a estruturas físicas, serviços, produtos, e soluções educacionais.

Dessa maneira, pensa-se em múltiplos meios de oferecer a aprendizagem, reduzindo assim as barreiras impostas pelo ambiente educacional tradicional (CAST, 2013). Segundo Ribeiro e Amato (2018, p. 126-127):

Nem todos os alunos têm acesso ao currículo, porque a escola planeja suas ações para um único tipo de aluno e desconsidera que os alunos diferem entre si nos aspectos físico, intelectual, social, cultural, econômico, nas habilidades, nos interesses e nas aptidões. O Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) procura atender a essa diversidade por meio da utilização de vários recursos (pedagógicos e tecnológicos), materiais, técnicas e estratégias, facilitando a aprendizagem e, conseqüentemente, o acesso ao currículo. Assim sendo, utiliza diversos meios de apresentação do conteúdo, diversas opções para a realização das atividades (meios de execução) e diversos meios de manter a motivação e o interesse do aluno. De acordo com a proposta do DUA, é a escola que deve se adaptar às diferenças dos alunos e não o contrário.

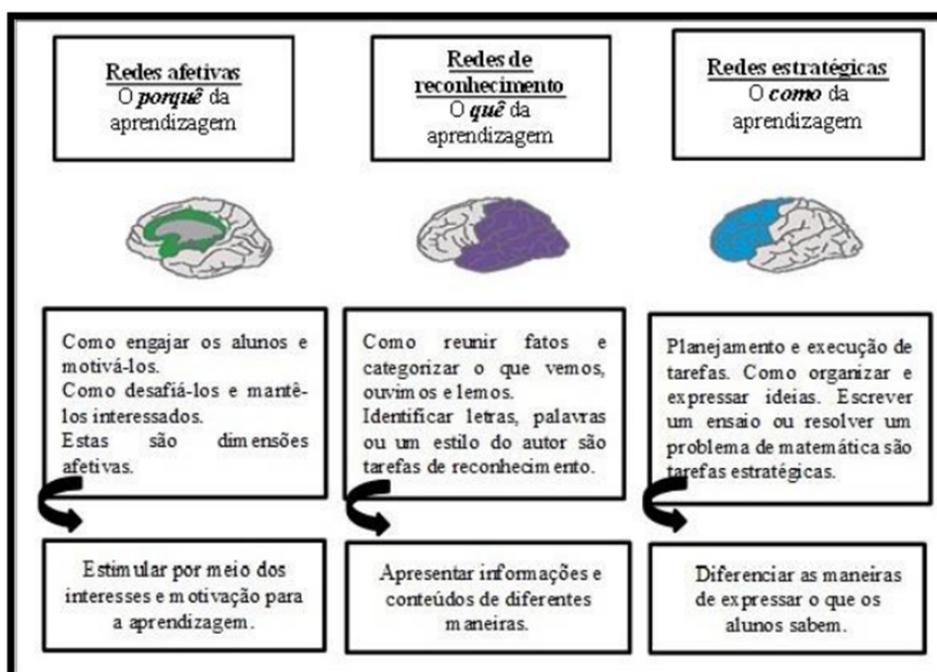
Embora o DUA seja utilizado na educação especial com a finalidade de promover a inclusão educacional e tenha se mostrado eficaz para isso (ZERBATO, 2018), sua origem não aborda especificamente os alunos que são o público-alvo da educação especial. O DUA, na verdade, foi concebido para promover o ensino a todos os alunos, incluindo aqueles marginalizados por condições sociais, culturais e econômicas. Ele parte da premissa de que cada cérebro vai responder de determinada maneira ao aprendizado, alguns alunos são mais visuais, outros auditivos, outros cinestésicos, e para que o ensino atinja a todos é necessário o uso de múltiplos meios de engajamento, representação, ação e expressão (NELSON, 2014).

Todo o processo de aprendizagem acontece no cérebro por meio das chamadas redes de aprendizagem, três delas são denominadas de redes primárias e corroboram para a construção do aprendizado.

Três redes primárias, estruturalmente e funcionalmente distintas, porém próximas, são igualmente essenciais para aprendizagem. Identificamos essas redes por termos que refletem suas funções: rede de reconhecimento; rede de estratégias, e rede afetiva (ROSE e MEYER, 2002, p.12, tradução própria).

É necessário compreender como essas redes de aprendizagem funcionam, pois os princípios do DUA foram elaborados baseados nelas e em seu funcionamento. As redes de reconhecimento são especializadas em sentir e atribuir significado à informação que recebemos. Elas nos permitem identificar e entender informações, ideias e conceitos. As redes estratégicas são especializadas em gerar e supervisionar padrões mentais e motores. Por meio delas podemos planejar, executar e monitorar ações e habilidades. Por último, as redes afetivas atribuem significado emocional ao que vemos, e nos permitem envolver na tarefa e aprender com o mundo ao nosso redor (ROSE e MEYER, 2002). A imagem a seguir ilustra as redes de aprendizagem alinhadas às estratégias do DUA.

Figura 6: Redes de aprendizagem alinhadas às estratégias do DUA



Fonte: ZERBATO (2018)

Pensando nisso, Rose e Meyer (2002) elaboraram os três princípios norteadores do DUA, são eles: 1) Promover múltiplos meios de engajamento; 2) Promover múltiplos meios de representação, 3) Promover múltiplos meios de ação e expressão. O princípio do engajamento orienta o professor a refletir sobre como engajar os alunos na atividade. Ou seja: como atrair a atenção desses alunos e mantê-los interessados? Quais estratégias o professor pode utilizar para motivar os alunos a participarem do processo de ensino-aprendizagem?

O princípio da representação versa sobre como expor a informação aos estudantes, ressaltando que as mesmas informações e conteúdo devem ser apresentados aos alunos de diferentes maneiras; são os chamados de múltiplos meios de representação (NELSON, 2014). Por exemplo, ao trabalhar o ensino sobre as queimadas o professor pode explicar verbalmente o conteúdo, realizar uma análise do processo em um laboratório, apresentar um vídeo sobre essa temática, utilizar o *google maps* ou imagens de satélites, fazer uso de fotos tiradas *in loco* e inseridas em *slides* de uma aula organizada em *powerpoint*, realizar grupos de discussão em sala de aula sobre o tema mediante pesquisa prévia pelos alunos, garantindo assim, que todos os alunos possam ter a oportunidade de entender o conteúdo trabalhado.

O terceiro princípio aborda o uso de múltiplos meios de ação e expressão, ele sugere que os professores permitam que os alunos se expressem e demonstrem sua aprendizagem da maneira como preferir (ROSE e MEYER, 2002). Demonstrar a aprendizagem faz com que o aluno interiorize o aprendizado, utilizando o mesmo exemplo da queimada, o professor poderia realizar a avaliação, pedindo que os alunos desenhassem o que aprenderam, relatassem verbalmente, escrevessem, produzissem alguma filmagem tratando dessa temática. Dessa maneira, o professor estaria garantindo que todos os alunos conseguiriam expressar sua aprendizagem.

Ao longo dos anos, as estratégias utilizadas para promover o ensino na escola se concentraram na instrução normalizada (oferecida da mesma maneira para todos), e posteriormente na instrução diferenciada (adaptações específicas para alunos com deficiências). Com a chegada do DUA no cenário educacional surge a proposta do ensino universal. O quadro a seguir explica essas três vertentes de estratégias utilizadas no ensino e suas diferenciações.

Quadro 6: Particularidades e distinções entre abordagens de instrução de ensino

	Instrução Normalizada	Instrução Diferenciada	Instrução baseada no DUA
Desenvolvida para	A uniformidade. Todos os estudantes desconsiderando as diferenças dos alunos.	Cada aluno. Todo aluno é único.	Todos os alunos. A variabilidade do aluno.
Ênfase	Oportunidades iguais.	Atende as necessidades individuais (específicas).	Atende/lida com uma gama de possibilidades.
Currículo	Tradicional e fixo.	Flexível e ajustável.	Acessível desde o princípio.

Maneiras de usar	Recursos comuns orientados pelas normas.	Adaptações como modificações curriculares e pedagógicas, Adaptações em instruções, equipamentos, regras, ambientes.	Variações de múltiplos meios de engajamento, representação, ação e expressão.
-------------------------	--	---	---

Fonte: Traduzido de Munster *et al.* (2019, p.31)

A abordagem do DUA representa um modelo no qual os estudantes constroem ativamente seus significados, e os professores dão suporte para essa aprendizagem ao invés de apenas “transferir” o conhecimento. Rose e Meyer (2002, p.8) ressaltam que sob a ótica do DUA:

A tarefa dos professores é compreender como os estudantes aprendem e usar a tecnologia disponível na era digital para promover desafios apropriados as necessidades de cada aluno. Dessa maneira, podemos ter alunos mais engajados e ajudar no progresso de cada um.

No Brasil, cada vez mais, estudos têm mostrado a importância do uso do DUA para promover o ensino universal, aplicando seus princípios e estratégias no currículo e nas atividades de ensino (PLETSCH *et al.*, 2017; ZERBATO, 2018).

De modo geral, observamos que o planejamento acontece como no ensino tradicional acrescido das estratégias baseadas no DUA.

[...] o planejamento de aulas acessíveis a todos os alunos implica que, na definição das diversas componentes do currículo: objetivos, estratégias, recursos e materiais e avaliação, o professor tenha em consideração os princípios do DUA. (NUNES e MADUREIRA, 2015, p. 138).

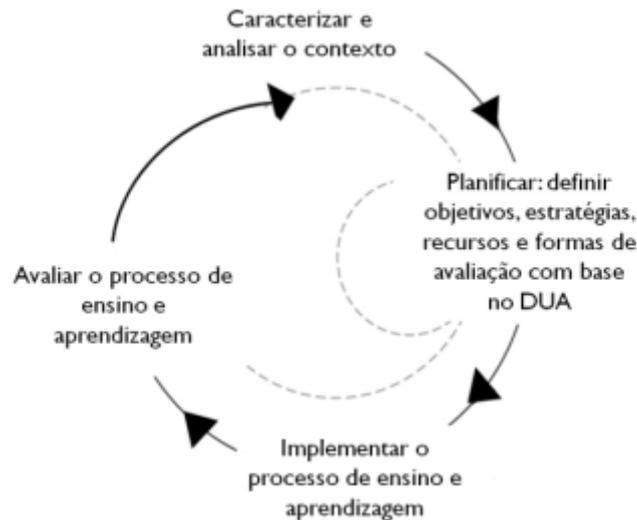
Esse planejamento implica primeiro em reconhecer a diversidade do alunado, e em segundo em um processo de reflexão, no qual o plano original começa a ser reformulado para atender à demanda de todos (ORSATI, 2013). Rose e Meyer (2002), explicam que, para realizar o planejamento na perspectiva do DUA, os professores precisam compreender o funcionamento das três redes primárias de aprendizagem. Isso porque um dos principais pontos desse planejamento se encontra em estabelecer os objetivos de ensino, levando em consideração as seguintes perguntas: o que ensinar? Por que ensinar? Como ensinar?

A flexibilização e a definição de objetivos são os dois principais pontos que devem ser pensados ao planejar uma tarefa na perspectiva do DUA. A utilização de estratégias e recursos flexíveis rompem com a ideia do ensino tradicional, e abre uma gama de possibilidades de aprendizado. Nelson (2014, p.25) corrobora com essa ideia ao afirmar que “quando um recurso é flexível, ele pode ser usado de diferentes maneiras para demonstrar a mesma informação.”

O planejamento precisa buscar reduzir as barreiras de aprendizagem, para tanto recorre-se as estratégias e recursos variados. Rose e Meyer (2002) ressaltam que a busca pela acessibilidade (ao currículo, a atividade, ao ensino) deve ser sempre o objetivo principal do professor ao planejar uma tarefa na perspectiva do DUA. Estes autores salientam também a importância de separar os objetivos e os métodos, e compreender que cada um deles tem seu valor no planejamento.

Meo (2008) aponta quatro passos para a implementação do ensino na perspectiva do DUA, são eles: 1) Definir os objetivos; 2) Analisar o estado atual do currículo e da sala de aula; 3) Planejar o DUA a uma lição ou ao desenvolvimento de uma unidade; 4) Ensinar a lição ou a unidade planejada. Nesse sentido, a autora propõe um esquema de planejamento das aulas tendo como base o DUA, conforme a figura que se segue:

Figura 7: Esquema de planejamento das aulas baseado no DUA proposto por Meo (2008)



Fonte: Nunes e Madureira (2015, p.12, apud MEO, 2008)

Praiz *et al.* (2017) afirmam que o planejamento na perspectiva do DUA é baseado em três questões, são elas:

1. O conteúdo está sendo apresentado de diferentes formas?
2. Durante a realização das atividades, são possibilitadas aos alunos diferentes formas de expressar aquilo que sabem ou que estão aprendendo do conteúdo?
3. De que forma é possível estimular e despertar interesse e motivação para o envolvimento dos alunos?

É possível perceber que toda a estrutura do DUA está ancorada na oferta de múltiplos meios, sejam eles para engajamento, para representação, ou para ação e expressão. É nesse sentido que a tecnologia é fundamental para o planejamento e a implementação do DUA, isso porque “quanto maior as possibilidades de apresentar um novo conhecimento, maior as possibilidades de aprendê-lo” (ZERBATO, 2018, p.58).

As novas tecnologias possibilitam novas maneiras de apresentar um conteúdo e tornaram-se uma ferramenta de ensino muito importante na modernidade. Para Ribeiro e Amato (2018, p.140) “a tecnologia torna possível a aplicação dos princípios do DUA somados ao uso de diferentes técnicas de aprendizagem, auxiliando os professores no processo de ensino-aprendizagem”

Por fim, Lieberman *et al.* (2021) elaboram um *checklist* para os professores se certificarem que estão planejando uma tarefa na perspectiva do DUA:

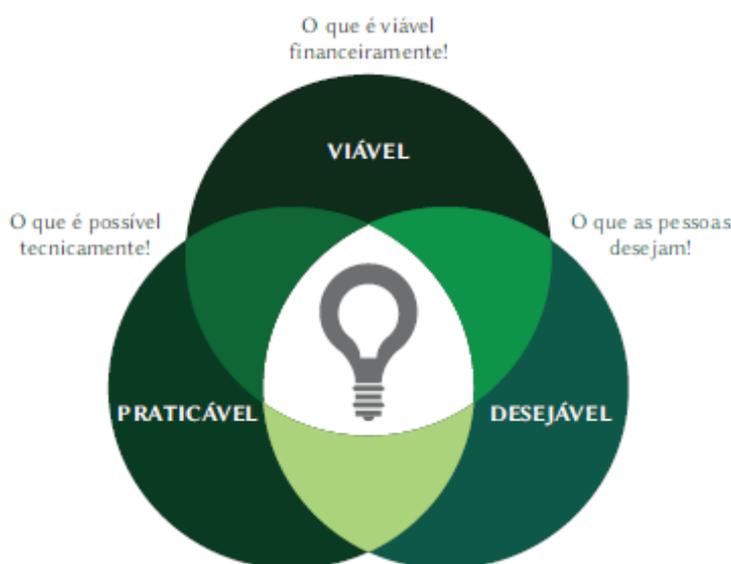
- Coloque o conceito do DUA no começo da atividade do planejamento;
- Inclua variações no equipamento, nas regras, nas instruções, e no ambiente;
- Ofereça todas as variações para todos os participantes;
- Certifique-se de que todas as variações são discutidas e compartilhadas com todos os estudantes no início da tarefa.

Este tópico buscou apresentar o conceito do Desenho universal para aprendizagem e discutir como podemos realizar o planejamento do ensino nessa perspectiva. Em suma, o planejamento baseado no DUA deverá levar em consideração a utilização de múltiplos meios de engajamento, representação, ação e expressão. Nesse processo, o professor deverá optar por um currículo flexível e ter clareza dos objetivos que quer atingir com a atividade proposta.

3.13 *Design Thinking*

Design thinking pode ser traduzido como pensamento de *design*. Segundo Brown (2010, p. 39) “a evolução do *design* ao *design thinking* é a história da evolução da criação de produtos à análise da relação entre pessoas e produtos e, por fim, entre pessoas e pessoas”. Ele se relaciona com a busca de soluções para um determinado problema, através de um processo bem estruturado, que ao mesmo tempo é bastante flexível. Este processo não se preocupa em encontrar a “melhor solução de todas” ao problema em que se está trabalhando, ao invés disso, ele busca uma “boa solução” a este problema. Dessa forma, “o *design thinking* integra o que é desejável do ponto de vista humano ao que é tecnologicamente e economicamente viável” (OLIVEIRA, 2014, p. 106). A figura 8, a seguir, ilustra esta ideia.

Figura 8: Natureza do *design thinking*



Fonte: Oliveira (2014, p. 107)

O tripé sobre o qual o *design thinking* se sustenta é a empatia, a colaboração e a experimentação. A empatia relaciona-se com o envolvimento dos usuários do produto em todas as

etapas de seu desenvolvimento. Ela permite que a equipe de desenvolvedores possa enxergar o mundo pelas lentes dos usuários dos produtos, acolhendo seus anseios e suas experiências positivas e negativas.

A colaboração relaciona-se com o fato de que os usuários são coprodutores do produto a ser gerado. As equipes de *design thinking* podem envolver, além dos usuários dos produtos, psicólogos, arquitetos, antropólogos, filósofos, publicitários, administradores, entre outros. É essencial que todos esses atores tenham capacidade para conversar entre si, sentindo-se donos e responsáveis pelas soluções geradas ao invés de defensores de suas próprias especialidades técnicas (BROWN, 2010). Segundo Oliveira (2014, p. 114):

A comunicação da equipe e as habilidades sociais em relação a mal-entendidos, opiniões divergentes, emotividade interior e rivalidade entre si e outras preferências, bem como encontrar ativamente uma solução são desafiados em todas as fases, em que a interação é exigida o tempo todo, em todas as direções.

A experimentação relaciona-se com a criação de protótipos baseados nas ideias surgidas através da colaboração e sua validação. O protótipo representa o constructo físico de uma ideia que pode ser avaliado pelo usuário em diferentes contextos (VIANNA *et al.*, 2012). A experimentação dos vários protótipos, que podem ser criados no início do processo de *design thinking*, permitirão separar as ideias promissoras daquelas sem valor funcional, em um processo intitulado de “rápido e sujo” (BROWN, 2010).

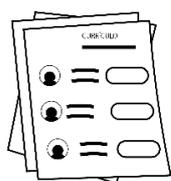
O *design thinking* estimula e concilia os pensamentos divergentes e convergentes durante o processo de criação. A divergência amplia e enriquece o espaço de investigação de soluções a um dado problema, enquanto a convergência usa a avaliação para reduzir incertezas e encontrar uma solução final (OLIVEIRA, 2014). Segundo Oliveira (2014, p. 110-111):

[...] Do pensamento divergente surge a capacidade de análise, desenvolve-se a habilidade da observação, sendo na maioria das vezes realizada individualmente, pois tem em seu enfoque o descobrimento das ideias. [...] No pensamento convergente, desenvolve-se a capacidade de síntese a partir das informações levantadas na análise, do descobrimento das ideias surge a criação da inovação, os insights e, normalmente, a convergência se dá em equipe.

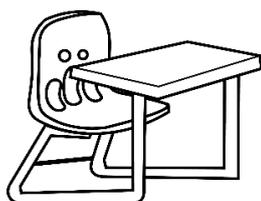
3.13.1 *Design Thinking* na educação

Na educação, o *design thinking* pode ser utilizado na busca por solução de problemas associados: 1) planejamento, execução e avaliação do processo de ensino e aprendizagem; 2) ambientes de aprendizagem; 3) programas escolares e 4) sistemas de ensino. A figura 9 elucida essas possíveis aplicações.

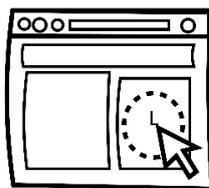
Figura 9: Possíveis aplicações do *design thinking* ao processo educacional



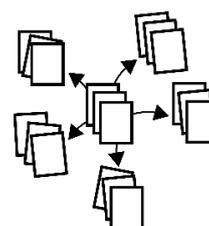
CURRÍCULO



ESPAÇOS



PROCESSOS E FERRAMENTAS



SISTEMAS

Todos os dias você desenvolve maneiras de interagir com seus alunos para ensinar conteúdos.

Você pode utilizar um processo de design para ser mais intencional ao relacionar esse conteúdo aos interesses e desejos dos aprendizes de hoje, saber mais sobre as coisas que eles fazem fora da escola e conectar isso ao conteúdo que você vai apresentar a eles.

Todos os dias você desenvolve maneiras de interagir com seus alunos para ensinar conteúdos.

Você pode utilizar um processo de design para ser mais intencional ao relacionar esse conteúdo aos interesses e desejos dos aprendizes de hoje, saber mais sobre as coisas que eles fazem fora da escola e conectar isso ao conteúdo que você vai apresentar a eles.

Sua escola já tem uma série de processos ou ferramentas que podem ser ou não úteis para levá-la ao sucesso.

Isso normalmente está fora da sala de aula e da interação para o aprendizado, já que diz respeito a como o sistema opera. Todo processo foi desenhado e pode, portanto, ser redesenhado! Algumas vezes, criar ferramentas pode ser essencial para apoiar o desenho de novos processos.

Nem todas as pessoas podem tomar decisões sobre o sistema no qual estão inseridas, mas todas podem contribuir para o desenho de um novo sistema.

Planejar sistemas é equilibrar a complexidade de diferentes necessidades na operação. Ao desenhar um sistema, sempre definimos estratégias de alto nível afirmando visões, prioridades, políticas e comunicações essenciais acerca das ideias.

Como posso inspirar meus alunos a se envolver em questões relativas ao meio ambiente?

Como posso engajar meus alunos de maneira convincente a aprender história mundial?

Como posso preparar meus alunos a buscar conhecimento ativamente em assuntos que eles dominam pouco?

Como posso ajudar crianças de famílias de baixa renda a melhorar seu vocabulário?

Como posso utilizar o espaço da sala de aula de diferentes maneiras para deixar meus alunos à vontade?

Como posso criar um espaço confortável que atenda às diversas necessidades dos meus estudantes ao longo do dia?

Como podemos reimaginar a biblioteca de nossas escolas para atender às necessidades e aos interesses dos estudantes de hoje?

Como podemos criar um estimulante e eficaz espaço para professores colaborarem?

Como podemos desenhar o campus escolar para melhor engajar e apoiar os aprendizes de hoje?

Como posso engajar os pais como parte integrante da experiência de aprendizado dos alunos?

Como posso recrutar os melhores professores para a escola?

Como podemos reimaginar os processos de chegada e de saída na escola?

Como podemos planejar maneiras de nos mantermos bem e equilibrados?

Como podemos redesenhar os horários escolares para atender às atuais necessidades das famílias e dos professores?

Como podemos reinventar o currículo de uma rede respeitando as diferenças de cada escola?

Como podemos acompanhar o desenvolvimento de traços do caráter dos estudantes ao longo do tempo para formar nossa filosofia escolar mais intencionalmente?

Como podemos nos conectar mais com a comunidade no entorno da escola?

Como podemos utilizar nossas escolas como centros de pesquisa e desenvolvimento para escolas de todo o país?

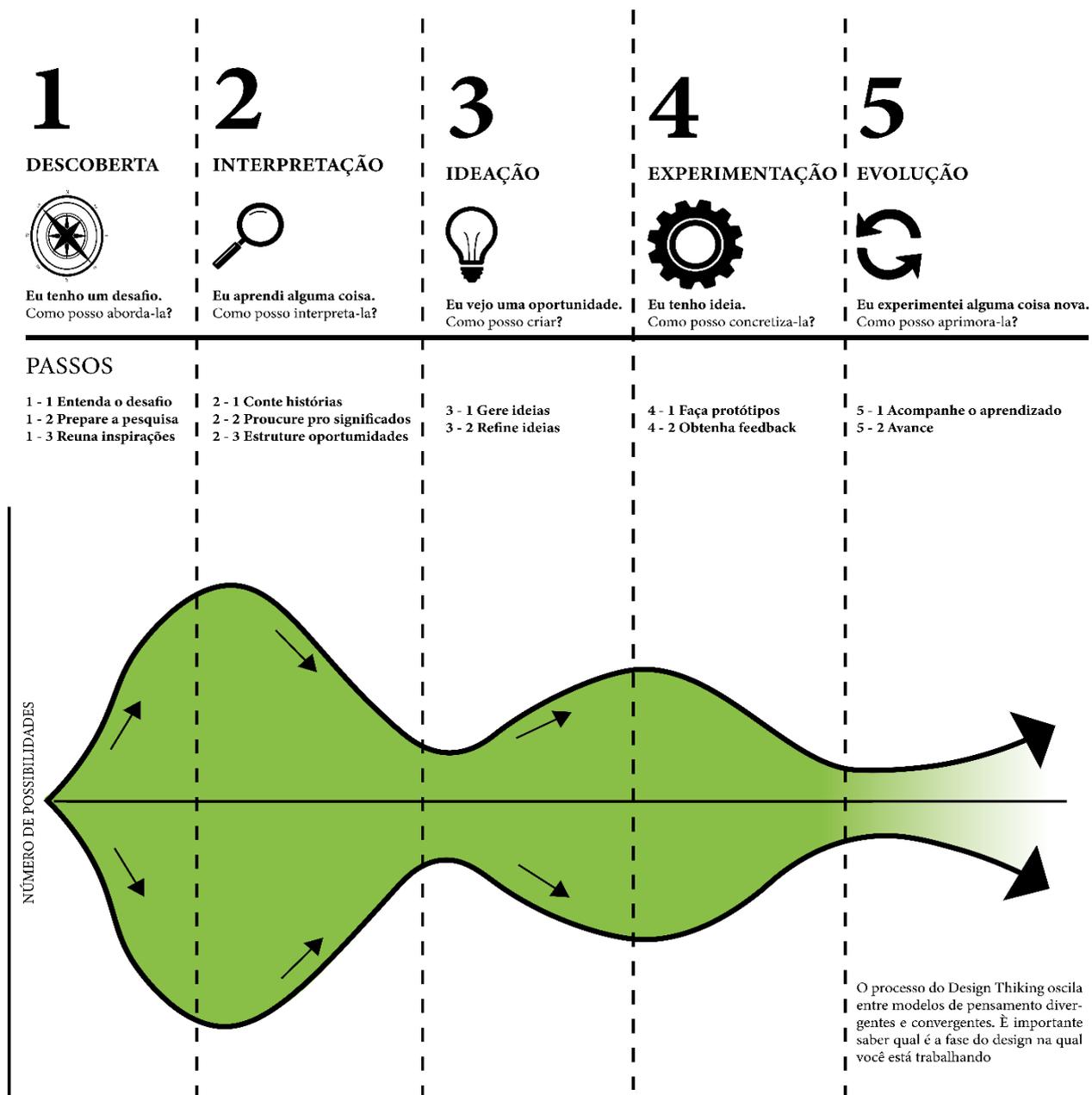
Fonte: Educadigital (2013)

Segundo a *Ormondale Elementary School*, o processo de *design thinking* para a educação é composto por 5 fases que não precisam ser seguidas à risca, de forma linear: 1) descoberta; 2) interpretação; 3) ideação; 4) experimentação, e 5) evolução (EDUCADIGITAL, 2013).

A descoberta refere-se à compreensão do problema em si e à revisão da literatura (estudo de artigos científicos, documentos oficiais, relatos de casos) sobre formas de lidar com ele. Nessa fase, a equipe formada por especialistas e usuários é constituída. A interpretação refere-se à análise da revisão da literatura e extração de resultados úteis para a resolução do problema. Nessa fase, o problema é sondado através de várias visões e técnicas diferentes; histórias são contadas e significadas, e as oportunidades são estruturadas através de lembretes visuais como os post-its (EDUCADIGITAL, 2013).

A ideação refere-se à geração e refinamento de ideias. Nessa fase ocorre o *brainstorming*, que é uma “técnica que estimula a geração de um grande número de ideias em um curto espaço de tempo” (OLIVEIRA, 2014, p. 111). A experimentação refere-se à criação e testagem de protótipos. Nessa fase as ideias mais promissoras são instanciadas e testadas pelos usuários em vários contextos diferentes. A evolução refere-se ao avanço da resposta elencada como a melhor. Ocorre o refinamento dessa resposta, avaliação do que foi aprendido e envolvimento de outras pessoas em sua implementação (EDUCADIGITAL, 2013). A figura 10, a seguir, resume esse processo.

Figura 10: Fases do *design thinking* na educação



Fonte: Educadigital (2013)

Fonte: Educadigital (2013)

Considerações Finais

Neste capítulo, visamos apoiar professores e estudantes a compreenderem as mudanças educacionais em um contexto marcado pelas tecnologias digitais. Esse panorama teórico sobre o desenvolvimento da literacia, numa visão sistêmica, interligou-se aos processos didáticos pedagógicos imbuídos nas transformações tecnológicas.

Abordamos, neste capítulo, o planejamento à luz da literacia digital: como realizar a inserção das tecnologias digitais de forma organizada e útil. Essa questão pode ser respondida através de todo o extenso material existente acerca das modalidades de aprendizagem híbrida e *online*, e das discussões sobre como implementar a literacia digital, sempre fazendo uso do *design* instrucional. Essa prática exige uma profunda mudança no currículo dos cursos de pedagogia e licenciaturas, além da estrutura da escola.

Do exposto, reforçamos a importância da literacia digital e da transdisciplinaridade nos processos formativos, considerando o cenário de tecnologias cada vez mais presentes no cotidiano escolar. O reconhecimento, por parte do professor, das habilidades e competências da literacia digital, faz com que busque se qualificar e atender às demandas impostas pelo mundo digital.

Ao se qualificar, o professor, na elaboração do seu planejamento, usará a curadoria de conteúdos na web como instrumento para integrar as tecnologias na sua prática e, por sua vez, realizar uma avaliação contínua, integral e interdisciplinar, que considere não apenas a aferição de conhecimentos, mas leve em consideração as competências, atitudes e habilidades adquiridas. Todo o esforço canalizado neste sentido, terá um resultado a longo prazo: professores qualificados e motivados, e discentes com visão crítica, capazes de coletar e selecionar da *web* informações importantes para a construção de um conhecimento holístico e compartilhado.

Referências

- AGUILAR, Renata. **Neurociência Aplicada à Educação**. 2 ed. São Paulo: Edicon, 2019.
- ALEXANDROFF, M. C. O Papel das emoções na constituição do sujeito. **Constr. psicopedag.**, v. 20, n. 20, p. 35-56, 2012.
- ALMEIDA, M.E.B. Educação e tecnologias no Brasil e em Portugal em três momentos de sua história. **Educação, Formação & Tecnologia**; vol. 1(1), 2008, pp. 23-36.
- ALVES, E. J. **Formação de professores, Literacia Digital e Inclusão Sociodigital**: Estudo de caso em curso a distância da Universidade Federal do Tocantins. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, 2017.
- ALVES, E. J.; SILVA, D. B.; MACEDO, M. L. Literacia mediática e inclusão sociodigital: desafios da prática docente na sociedade da informação. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Educação a Distância – ESUD, 2014**. Unirede, pp. 2423 a 2435. Florianópolis, SC.
- ALVES, E. J., & SILVA, D. B. Literacia digital de professores: um estudo de caso em curso de licenciatura a distância no Tocantins, Brasil. In: **Actas da IX Conferência Internacional De Tic Na Educação – Challenges 2015**. Braga, Portugal.
- ALVES, E. J., & FARIA, D. C. O curso de extensão Mídias na Educação na UFT: um estudo da evasão. **Anais do 5º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2012.

ALVES E.J. & PORTO JUNIOR. A Tecnologia Educativa no currículo de Cursos de formação inicial de professores: um estudo na Universidade Federal do Tocantins (Brasil) e Universidade do Minho (Portugal). **Revista Humanidades e Inovação** v.7, n.9, 2020, p. 137-149.

ALVES, F.C; SARAIVA, R. S. de L. Ralph Winfred Tyler e os Princípios Básicos da Avaliação do Currículo. **Anais do II Encontro Nacional do Núcleo de História e Memória da Educação**, p. 1809-1821, 2013.

ANDERSON, L.W. & KRATHWOHL, D.R. (Eds.) **A taxonomy for Learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York, NY: Addison Wesley Longman, 2001.

ARAÚJO, M.M.S. **O desenho didático interativo na educação online e a prática pedagógica no ambiente virtual de aprendizagem: um estudo de caso**. 2007, 168 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação) Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. 2007. Disponível em <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/11861> Acesso em 20 nov. 2020.

ATAÍDE, D. M. **Letramento digital e formação de professores: potencialidades na perspectiva do Plano Nacional de Formação de Professores - Parfor**. 2012, 172f. Dissertação (Mestrado em Letras: ensino de Língua e Literatura) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Letras: ensino de Língua e Literatura, Araguaína, 2013.

BLAKEMORE, S. J.; BUNGE, S. A. At the nexus of neuroscience and education. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 2S p. S1– S5, 2012.

BARTOSZECK, A.B. 2007. Neurociência dos seis primeiros anos: implicações educacionais. **Revista EDUCERE**, v. 9, n. 1, p.7-32, 2007.

BERNARDES, C.C.S. **Desenho didático de materiais digitais para educação a distância online**.2012, 162 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Educação) Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais. 2012.Disponível em <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/2004> Acesso em 21 nov. 2020.

BLOOM, B. S. **Taxonomia de objetivos educacionais; compêndio primeiro: domínio cognitivo**. Porto Alegre: Editora Globo, 1973.

BURNS, R. A. Information impact and factors affecting recall. **Paper presented at the Annual National Conference on Teaching Excellence and Conference of Administrators** (7th, Austin, TX, May 22-25, 1985). ERIC Document Reproduction Service n. ED 258 639.

BROWN, T. **Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BRUNER, J. **The relevance of education**. New York, NY: Norton & Co., 1971.

BRUNER, J. **The culture of education**. Cambridge, MA: Harvard University Press., 1996.

BUCKINGHAM, D. Defining Digital Literacy - What Do Young People Need to Know About Digital Media? In: C. LANKSHEAR, & M. KNOBEL, **Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices**. New York: Peter Lang, 2008, pp. 73-90.

CAINE R. N., CAINE G., MCCLINTIC C. E., KLIMEK K. **12 brain/mind learning principles in action: developing executive functions of the human brain**. 2 ed. Thousand Oaks: Corwin Press; 2009.

CAGNIN, S. Algumas contribuições das neurociências para o estudo da relação entre o afeto e a cognição. **Estud. pesqui. psicol.**, v. 8, n. 2, p. 473-504, 2008.

CAST, UDL Book Builder. Massachusetts Department of Elementary & Secondary Education, NEC Foundation of America. The John W. Alden Trust, and the Pinkerton Foundation, 2013. Disponível em: <<http://bookbuilder.cast.org/>> Acesso em: 28 de fevereiro de 2020.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trab. educ. saúde (Online)**, v. 8, n. 3, p. 537-550, 2010.

CARVALHO, R. M. B. **Georges Snyders: em busca da alegria na escola**. Revista PERSPECTIVA. Florianópolis, v.17, n. 32., p. 151-170, 1999.

CHURCHES, Andrew. Taxonomía de Bloom para la era digital. **Eduteka. Recuperado**, v. 11, p. 1-13, 2009.

CIEB. Centro de Inovação para a Educação Brasileira. **Currículo de referência: Itinerário Formativo em Tecnologia e Computação (Ensino Médio)**. São Paulo: CIEB, *E-book em pdf*, 2020.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed; 2011.

DE PAIVA, R. A.; PADILHA, M. A. S. A WebQuest e a Taxonomia Digital de Bloom como uma nova coreografia didática para a educação online. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, 2012.

DIAMOND, A. Executive functions. **Annual review of psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.

EDUCADIGITAL, Instituto. **Design thinking para Educadores**. Versão em Português: Instituto Educadigital, 2013. Disponível em: <<https://educadigital.org.br/dteducadores/>>. Acesso em: 09 mai. 2021.

FILATRO, A. C.; PICONEZ, S.C.B. **Design instrucional contextualizado**, 2004. Disponível em: < https://www.academia.edu/download/3557195/design_instrucional.pdf>. Acesso em: 14/02/2021.

FISHER, M. **Visual Bloom's**. 2009. Disponível em

<http://visualblooms.wikispaces.com/page/diff/home/168742529> acessado em 10 jan. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 31 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

_____. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. São Paulo: Cortez, 2006.

FREIRE, P.; GUIMARÃES, S. **Educar com a mídia**: novos diálogos sobre a educação. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FONSECA, V. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista psicopedagogia**, v. 33, n. 102, p. 365-384, 2016.

FONSECA V. Papel das funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, v. 31, n. 96, p. 236-253, 2014.

FRIEDLANDER M. J., ANDREWS L, ARMSTRONG E. G., ASCHENBRENNER C., KASS J. S., OGDEN P. What can medical education learn from the neurobiology of learning? **Academic Medicine**, v. 86, n. 4, p. 415-20, 2011.

GARRIDO, P. O. **Educação corporativa policêntrica**: aplicação transdisciplinar da engenharia pedagógica para a produção da aprendizagem transformadora. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2006.

GLASER, R. Expertise. In M. W. Eysenck, A. Ellis, & E. Hunt (Eds.), **The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology** (pp. 139-142). Oxford, England: Basil Blackwell, 1990.

_____. **Assessment and Education: Access and Achievement**. CSE Technical Report 435, University of California: Los Angeles, 1997.

GILSTER, P. **Digital Literacy**. New York: Wiley, 1997.

GOTARDO, R. A.; SOUZA, H. A.; JUNIOR, E. H.; VIANA, D. B. G. (2012). Teorias de Aprendizagens na Ead: Fundamentação no Uso dos Recursos de Design Instrucional e Design Interacional. In **Simpósio Internacional de Educação a Distância** (pp. 1-13). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.

GRUBER, C. et al. Desenvolvimento de projetos de cursos na educação profissional: uma revisão de literatura. **Boletim Técnico do Senac**, v. 45, n. 1, 2019.

HELENE, A. F.; XAVIER, G. F. A construção da atenção a partir da memória. **Rev. Bras. Psiquiatr.**, v. 25, n. 2, p. 12-20, 2003.

JOHNSTONE, A. H.; PERCIVAL, F. Attention breaks in lectures. **Education in Chemistry**, v. 13, p. 49-50, 1976.

KELLER, J.M. Development and use of the ARCS model of instructional design. **Journal of Instructional Development**, v. 10, n. 3, p. 2-10, 1987.

KIRCHNER, P. A., SWELLER, J. & CLARK, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. **Educational Psychologist**, 41 (2), 75-86, 2006.

KRATHWOH, D. R. A. Revision of Bloom's taxonomy: an overview. **Theory in Practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

KUENZER, A. Z; CALAZANS, J.C; GARCIA, W. **Planejamento e Educação no Brasil**. 3ª ed – São Paulo: Cortez, 1996.

KNUD, I. **Teorias contemporâneas da aprendizagem**. Tradução de Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre, RS: Penso, 2013.

LADEWIG, I. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. **Rev. paul. Educ. Fís.**, São Paulo, supl.3, p.62-71, 2000. CDD. 20.ed. 153.15. p. 62-71.

LADEWIG, K. R.; FARIAS, J. L. M. de. Capítulo 5: programa de atividades laborais. In: SANTA CATARINA. **Diretrizes dos centros de atendimento educacional especializados em educação especial**. São José/SC: FCEE, p. 78-81, 2020.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. Tradução: Vera Magyar. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2008.

LIBÂNEO, J. C. Tendências Pedagógicas na Prática Escolar. In: **Democratização da escola pública: pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo:Loyola, 1985.

_____. **Didática**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIEBERMAN, Lauren; GRENIER, Michelle; BRIAN, Ali; ARNDR, Katrina. **Universal Design for learning in Physical Education**. Champaign: Human Kinects, 2021.

LOPES, P. C. Literacia Mediática: novas competências para infoadictos. **Anais do VII Congresso Português de Sociologia. Universidade de Porto**. Porto, Portugal, 2012.

LOPES, F. M.; DIAS, N. M.; MENDONÇA, B. T. V.; COELHO, D. M. V.; ANDRADE, A. L. M.; MICHELI, D. O que sabemos sobre neurociências? conceitos e equívocos entre o público geral e entre educadores. **Revista psicopedagia**, v. 37, n. 113, p. 129-143, 2020.

LORENZATO, S. **Para aprender Matemática**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

LOUREIRO, A., & ROCHA, D. Literacia Digital e Literacia da informação - Competências de uma era digital. **Actas da II Congresso internacional de TIC na Educação**. Lisboa, Portugal, 2012.

LUKE, C. Cyber-Schooling and technological chagen: Multiliteracies for new times. In: B. K. Cope, **Multiliteracies: Literacy Learning and the Design of Social Futures**. London: Routledge, 2000.

MACEDO, R.S. Atos de Currículos: uma incessante atividade etnometódica e fonte de análise de práticas curriculares. **Currículo sem Fronteiras**, v. 13, n. 3, p. 427-435, set./dez. 2013.

MALEK, Jalaluddin Abdul. The Impact of Heutagogy Education Through Telecentre in Smart Village (SV). **Journal of Social Sciences and Humanities, Malaysia**. Vol. 12. No. 2. p. 112-125. 2017.

MELO, M.; MIRANDA, G.L. Efeito do modelo 4C/ID sobre a aquisição e transferência de aprendizagem: revisão de literatura com meta-análise. *RISTI*, Porto, n. 18, p. 114-130, jun. 2016. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.17013/risti.18.114-130>>. Acesso em 23 set. 2020.

MENESES, S. C. Um computador por aluno: Era da inclusão digital. **Anais do XXII SBIE - XVII WIE**. Aracaju, SE, Brasil, 2011.

MEO, G. Curriculum planning for all learners: Applying universal design for learning (UDL) to high school reading comprehension program. **Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth**, v. 2, n. 52, p. 21-30, 2008.

MESSICK, S. The psychology of educational measurement. **Journal of Educational Measurement**, v. 21, n. 3, p. 215-23, 1984.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA DE PORTUGAL. Recomendações sobre a Educação para Literacia Mediática. Conselho Nacional de Educação, Diário Diário da República, 2.ª série — N.º 250 - 30 de dezembro de 2011.

MARTINS, P. L. O. A Relação Teoria e Prática na Formação do Professor Universitário: princípios e metodologia. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 10, p. 131-142, 2003

MAYER, R. E. Applying the science of learning to medical education. **Medical Education**, 44, 543–549, 2010.

MIDDENDORF, J.; A. KALISH The “Change-Up” in Lectures, *National Teaching and Learning Forum*, v. 5, n. 2, p. 1-12, 1996.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Publicado na **Série Textos de Apoio ao Professor de Física do PPGEnFis/IF-UFRGS**, Rio Grande do Sul, v. 24, n. 6, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24_n4_moreira.pdf> Acesso em: 13 mar 2021.

MUNSTER, M. A.V.; LIEBERMAN, L.J.; GRENIER, M.A. Universal Design for Learning and Differentiated Instruction in Physical Education. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v. 36, n. 3, p. 359-377, 2019.

NELSON, L. L. **Design and Deliver: Planning and Teaching Using a Universal Design for Learning**. Londres: Brookes, 2014.

NÓVOA, A. Entrevista. Nada será como antes. In: **Revista Pátio**, Nome da Edição: “O Futuro Fora da Escola”, novembro de 2014, nº 72. Disponível em <<http://www.grupoa.com.br/revista-patio/artigo/10938/nada-sera-como-antes.aspx>>. Acesso em 20 jan. 2015.

_____. **Desafios do Trabalho e Formação Docente no Século XXI**. Novo Hamburgo, 31 maio 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sYizAm-j1rM>. Acesso em: 08 set. 2020.

NUNES, C.; MADUREIRA, I. Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas. In: **Da Investigação às Práticas**, v.5, n. 2, p. 126-143, 2015.

OLIVEIRA, A. C. A. A Contribuição do *Design Thinking* na Educação. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, n. 2, 2014.

ORSATI, F.T. Acomodações, modificações e práticas efetivas para a sala de aula inclusiva. **Temas sobre Desenvolvimento**, v.19, n.107, p.213-22, 2013.

PARRA GIMÉNEZ, Francisco Jesús. La taxonomía de Bloom en el modelo flipped classroom. **Publicaciones didácticas**, v. 86, n. 1, p. 176-179, 2017.

PECOTCHE, C.B.G. **Curso de Iniciação Logosófica**. 20. ed. São Paulo: Editora Logosófica, 2017.

_____. **Logosofia, Ciência e Método**. 12. ed. São Paulo: Editora Logosófica, 2013.

_____. **Introdução ao conhecimento logosófico**. 4. ed. São Paulo: Editora Logosófica, 2019.

PINAR, W.F., REYNOLDS, W.M., SLATTERY, P., & TAUBMAN, P.M. **Understanding curriculum**. New York, NY: Peter Lang., 2000.

PINHO, L. S. Neurociência cognitiva na sala de aula: estratégias de ensino de Língua Espanhola. **Let. Hoje**, v. 53, n. 1, p. 80-88, 2018.

PINTO, M., PEREIRA, S., PEREIRA, L., & FERREIRA, T. D. **Educação para os Media em Portugal: Experiências, actores e contextos**. Lisboa: Entidade Reguladora para a Comunicação Social/CECS, Universidade do Minho, 2011.

PLETSCH, M. D.; SOUZA, F. F. de; ORLEANS, L. F. A diferenciação curricular e o desenho universal na aprendizagem como princípios para a inclusão escolar. **Educação e Cultura Contemporânea**, v. 14, n. 35, p.264-281, 2017. GN1 Genesis Network. <<http://dx.doi.org/10.5935/2238-1279.20170014>> Acesso em: 31/01/2020.

RAMAL, A.C. Educação com Tecnologias Digitais. In: SILVA, Marco. (org). **Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa**. São Paulo: Loyola, 2003

RAMOS, A.; FARIA, P. Literacia Digital e Literacia Informacional: breve análise dos conceitos a partir de uma revisão sistemática de literatura. **Revista Linhas**, v. 13, n. 02, 2012.

RAMOS, A. S. da F. Dados recentes da neurociência fundamentam o método “Brain-based learning”. **Revista psicopedagogia**, v. 31, n. 96, p. 263-274, 2014.

RELVAS, Marta Pires. **Sob o comando do cérebro: entenda como a Neurociência está no seu dia a dia**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

REISER, R.A. A history of instructional design and technology: Part II: A history of instructional design. **Educational Technology Research and Development**, v. 49, p. 57–67, 2001.

RIBEIRO, G. R. de P. S.; AMATO, C. A. de La H. Análise da utilização do Desenho Universal para Aprendizagem. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São

Paulo, v. 18, n. 2, p. 121-151, 2018. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cpdd/v18n2/v18n2a08.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

RICHEY, R. C. The future role of Robert M. Gagné in instructional design. **The Legacy of Robert M. Gagne**. ERIC Clearinghouse on Information and Technology, NY, 1. ed., 2000.

RISKO, E. F., ANDERSON, N., SARWAL, A., ENGELHARDT, M., AND KINGSTONE, A. Everyday attention: variation in mind wandering and memory in a lecture. **Appl. Cogn. Psychol.** 26, 234–242, 2012.

RODRIGUES, A. L. **A formação ativa de professores com integração pedagógica das tecnologias digitais**. Tese (Doutorado em Educação). Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Lisboa: 2017.

ROSE, David H.; MEYER, Anne. **Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning**. Virginia: Ascd, 2002.

SAITO, F. S. & SOUZA, F. N. (Multi)letramento(s) digital(is): por uma revisão de literatura crítica. **Revista Linguagens e Diálogos**, v. 2, n. 1, p. 109-165, 2011.

SANCOVSCHI, B.; KASTRUP, V. Práticas de estudo contemporâneas e a aprendizagem da atenção. **Psicol. Soc.**, Belo Horizonte, v. 25, n. 1, p. 193-202, 2013.

SANDARS, J.; LAFFERTY, N. Twelve tips on usability testing to develop effective e-learning in medical education. **Medical teacher**, v. 32, n. 12, p. 956–960, 2010.

SANTOS, E. & SILVA, M. O desenho didático interativo na educação online. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 49, p. 267-287, 2009.

SANTOS, M.S.; SANT'ANNA, J. de O.; AZEVEDO, M. de C.; SALES, R.S. O Planejamento como ferramenta da prática educativa. **Anais do III Seminário Internacional de Políticas Públicas, Gestão e Práxis Educacional**, v. 7, n. 7, p. 5450-5461, 2019.

SARTORO, E.R.L; OLIVEIRA, G.A; FERREIRA, G.P.; OLIVEIRA, J. M.; LIMA, L. V.C.(Orgs.) **Caderno Pedagógico**. UFFJ, 2019.

SELBER, S. A. **Multiliteracies for a Digital Age**. Carbondale: Southern Illinois University, 2004.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. São Paulo: Edições Loyola., 5a. ed., 2010.

SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Manole, 1988.

SORDEN, S. The cognitive theory of multimedia learning. **Handbook of educational theories**. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2012.

SOUZA, J. C.; HICKMANN, A. A.; ASINELLI-LUZ, A.; HICKMANN, G. M. A influência das emoções no aprendizado de escolares. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.**, v. 101, n. 258, p. 382-403, 2020.

- SOUZA, K. P. **Novos paradigmas educacionais:** rompendo com as tendências tradicionais para novas formas de aprender em rede. in: K. P.; RIBEIRO, R. A.; SANTIAGO, C.T.; AMORIM, R.F (Orgs.). *Jornadas virtuais: vivências práticas das tecnologias educativas*. Fortaleza: SEDUC, 2016.
- SOUZA, M. C.; GOMES, C. Neurociência e o déficit intelectual: aportes para a ação pedagógica. *Revista Psicopedagogia*, v. 32, n. 97, p. 104-114, 2015.
- STUART, J., & RUTHERFORD, R. J. D. Medical student concentration during lectures. *The Lancet*, v. 312, n. 8088, p. 514–516, 1978.
- SWELLER, J. Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2005.
- SWELLER, J.; VAN MERRIËNBOER, J.J.G.; PAAS, F. Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, vol. 31, p. 261-292, 2019.
- SZPUNAR, K. K.; MOULTON, S. T.; SCHACTER, D. L. Mind wandering and education: from the classroom to online learning. *Frontiers in Psychology*, v. 4, n. 495, p. 1-7, 2013
- TAKAYA, K. Jerome Bruner’s Theory of Education: From Early Bruner to Later Bruner. *Interchange*, v. 39, n. 1, p. 1–19, 2008. DOI: 10.1007/s10780-008-9039-2
- TYLER, Ralph W. **Princípios básicos do currículo e ensino**. 3 ed. Tradução de Leonel Vallandro. Porto alegre: Globo, 1976.
- VALLE, L. E. L. R.; VALLE, E. L. R.; REIMÃO, R. Sono e aprendizagem. *Revista psicopedagogia*, v. 26, n. 80, p. 286-290, 2009.
- VAN MERRIËNBOER, J. J. G., & KIRSCHNER, P. A. **Ten steps to complex learning: a systematic approach to four-component instructional design**. New York: Routledge, 3. ed., 2018.
- VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.
- VEIGA, I.V. (org). **Lições de Didática**. São Paulo: Papirus, 2006.
- VIANNA, H. M. **Avaliação educacional: teoria, planejamento e modelos**. São Paulo: IBRASA, 2000.
- VIANNA, M.; VIANNA, Y.; ADLER, I.; LUCENA, B.; RUSSO, B. *Design thinking: inovação em negócios*. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.
- VIEIRA, R. A.; ALMEIDA, M. I. **Contribuições de Georges Snyders para a pedagogia universitária**. *Revista Educ. Pesqui.*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 499-514, abr./jun., 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ep/v43n2/1517-9702-ep-S1517-9702201605141169.pdf>> Acesso em: 31/01/2020.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4 ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2008.

WECHSLER, S. M. **Criatividade: descobrindo e encorajando**. São Paulo: Editora Psy, 1998.

WIGGINS, G. & MCTIGHE, J. **Planejamento para a Compreensão: Alinhando Currículo, Avaliação e Ensino por Meio da Prática do Planejamento Reverso**. Porto Alegre: Penso Editora, 2019.

WARLICK, D. **Raw Materials for the Mind: A Teacher's Guide to Digital Literacy**. Raleigh: The Landmark Project, 2005.

ZERBATO, A.P. **Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar: potencialidades e limites de uma formação colaborativa**. Tese (Doutorado em Educação Especial), Universidade Federal de São Carlos. 298f. 2018.

A LITERACIA DIGITAL NA CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE: CURADORIA DE CONTEÚDOS E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Leandro Guimarães Garcia

Elaine Jesus Alves

Karine Pinheiro de Souza

Grayce Lemos

Luís Fernando Lopes

Tatiana Costa Martins

Amália Rebouças de Paiva e Oliveira

Sheyla Maria Fontenele Macedo

Na avaliação nós não precisamos julgar, necessitamos, isto sim, de diagnosticar, tendo em vista encontrar soluções mais adequadas e mais satisfatórias para os impasses e dificuldades. Para isso, não é necessário nem ameaça, nem castigo, mas sim acolhimento e confrontação amorosa. (LUCKESI, 2005, p. 33).

Introdução

Neste capítulo trataremos de curadoria e avaliação sob a luz da literacia digital. Discutiremos o que é curadoria e como realizá-la de forma sistematizada e útil. Em seguida, abordaremos a avaliação de forma crítica e conectada ao uso das tecnologias digitais.

A integração da concepção de literacia digital à prática docente exige a construção de um pensamento que perpassa o conceito de curadoria digital, em íntima relação à desdobramentos interdisciplinares e interpessoais que balizem as possibilidades pedagógicas, com vistas às práticas de socialização e mediação de saberes.

Integrando perspectivas qualitativas e quantitativas no processo de avaliação, é possível perceber que a aplicação de instrumentos, referenciados em escalas e critérios pré-estabelecidos, pode dialogar de forma crítica e reflexiva com elementos da aprendizagem que extrapolam a mensuração, tendo no método um fio condutor da ação docente no ciberespaço.

Em Sistemas Tutoriais Inteligentes, Comunidades Virtuais de Aprendizagem, ou em outras experiências mediadas pelas tecnologias digitais, a identificação e valorização dos contextos sociocognitivos dos sujeitos vai ao encontro da necessidade latente de um ensino adaptativo.

A dimensão do planejamento, percebida de acordo com as especificidades do método, objetivos e objetos de aprendizagem, em perspectivas colaborativas, atribui sentido à intervenção educativa, garantindo transparência ao docente e ao aprendente quanto ao caminho percorrido, bem como quanto ao destino que almejam alcançar. Tanto em âmbito do planejamento da ação educativa como um todo, quanto em âmbito do design instrucional.

A integração entre avaliação e instrução, discutida neste capítulo, aborda o religar de competências pregressas às competências a serem desenvolvidas, desmistificando um possível caráter avaliativo que apenas identifique lacunas na aprendizagem, mas que fomente relações de coautoria ao longo do processo formativo, ao qual a Educação se propõe.

1 A curadoria de conteúdos web na ação docente

Estamos em um mundo inundado de informações, como apresentar uma trilha que faça sentido ao nosso propósito de planejamento? Como podemos desenvolver seleções de materiais/conteúdos/Objetos Digitais de Aprendizagem - ODA em nossos ambientes virtuais que mobilizem a interação e a literacia digital? Diante destas reflexões, neste tópico apresentaremos o papel do docente como um curador de conteúdos.

O termo curadoria é bastante explorado no campo das Artes. O curador é o sujeito que fornece as informações sobre um conjunto de obras de arte, de forma a aguçar os sentidos e o interesse do visitante, de uma exposição provocando uma leitura que vá além da experiência imediata entre a obra e o visitante (LOPES *et al.*, 2014). Abbot (2008) define curadoria digital como o conjunto de atividades que fazem parte do gerenciamento de dados, do planejamento à criação, passando pela digitalização (para materiais analógicos) ou criação, garantindo a disponibilidade da informação/conteúdo, assim como sua constante atualização. De acordo com o Centro de Inovação para Educação Brasileira-CIEB, a ideia básica do processo de curadoria é “conseguir selecionar, avaliar, organizar, administrar e comparar os conteúdos e funcionalidades dos recursos educacionais digitais, de maneira que eles possam ser utilizados e compartilhados dentro das comunidades que possuem interesse nos mesmos” (CIEB, 2017, p.5).

Assim, o curador não é o guardião da informação, ou dos conteúdos, mas o que passa adiante, compartilha e disponibiliza. Cortella e Dimenstein (2015, p. 17), argumentam que esta trata do “momento em que organizamos os nossos espaços de convivência, de vida comum, estruturados em algumas instituições como a escola, os meios de comunicação, em que aquele que é o responsável por coordenar as atividades tem o espírito do curador”. Os autores explicam que o mundo sempre precisou de curadores, mas a diferença no mundo digital é que nunca se produziu tanto conhecimento, em um prazo tão curto, e com disseminação tão rápida como atualmente.

Todas as atividades envolvidas no gerenciamento de dados, desde o planejamento de sua criação, as melhores práticas em digitalização e documentação, e a garantia de sua disponibilidade e adequação para descoberta e reutilização no futuro, fazem parte da curadoria digital

(ABBOT, 2008). O papel do curador, no cenário da sociedade do conhecimento, destaca-se em meio a outras profissões. Para Correa (2012, p. 78) “se os artefatos culturais surgem, circulam e somem em uma velocidade memética, acreditamos que o papel do curador é se aproveitar disso: dentro de um fluxo volumoso e ligeiro de conteúdo, poder escolher a dedo “o quê” e “como” destacar. Fazendo jus ao sentido etimológico do termo curadoria, este vem do latim - *curatore*, e remete àquele que cuida e se responsabiliza. Ao curador, no sentido clássico da função, “cabia cuidar (curar) as obras sob sua responsabilidade. Atualmente, o termo curadoria tem seu significado ampliado para além das questões envolvendo apenas o cuidado” (LOPES *et al.*, 2014, p. 62).

A concepção do professor como curador de conteúdos iniciou-se nos cursos a distância, devido à necessidade de produção de conteúdos específicos para a modalidade. Segundo Nogueira (2012, p. 101):

A elaboração de um material didático se inicia quando se tem a necessidade de delinear um determinado conhecimento (conteúdo) a ser disponibilizado através de um determinado meio (tipo de objeto e/ou ambiente) para, em seguida, ser utilizado junto ao aluno de alguma forma específica (didática) e, assim, suprir sua demanda pela informação.

No processo de escolha de material didático, mídias e/ou recursos, a serem utilizados nas aulas mediadas por tecnologias, ou presenciais, o professor está fazendo, mesmo que de forma inconsciente, o papel de curador. Neste sentido, na visão de Lopes e colaboradores, “a curadoria pode ser vista como uma possibilidade pedagógica e uma prática de socialização e mediação de saberes” (LOPES *et al.*, 2014, p.71). Mas como é possível ao professor avaliar a qualidade do material web?

Segundo o documento Modelo de curadoria de recursos educacionais abertos, produzido pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira - CIEB (2017, p.8), o instrumento mais reconhecido, para a medição quantitativa da qualidade de recursos educacionais digitais prontos para uso, é o Instrumento de Revisão de Objetos de Aprendizagem (Learning Object Review Instrument – LORI). O LORI²⁸ foi desenvolvido com o objetivo de permitir uma avaliação participativa e colaborativa dos recursos educacionais digitais armazenados no repositório de recursos educacionais digitais eLera (E-Learning Research and Assessment Network), com o apoio da corporação sem fins lucrativos CANARIE Inc. (www.canarie.ca), TeleLearningNCE (TL•NCE) e eduSourceCanada.

No LORI, a qualidade dos recursos educacionais é avaliada de acordo com nove diferentes critérios que são pontuados numa escala Likert de 1 a 5, sendo eles: 1) Qualidade de Conteúdo; 2) Alinhamento com o objetivo de aprendizagem; 3) Feedback e adaptação; 4) Motivação; 5) *Design* de apresentação; 6) Usabilidade de interação; 7) Acessibilidade; 8) Reusabilidade; e 9) Conformidade com padrões (CIEB, 2017, p.8). No âmbito dos Recursos Educacionais Abertos também existe uma segunda escala importante, com critérios de avaliação semelhantes aos do LORI: (1) Exatidão ou precisão (referentes à qualidade do conteúdo); 2) Reputação do autor ou instituição; 3) Padrões de produção técnica; 4) Acessibilidade; e 5) Alinhamento dos objetivos (MCGILL, 2013). Em ambas as propostas de modelos de avaliação, percebe-se que a qualidade do material, no que se refere à sua credibilidade, usabilidade e acessibilidade são pontos em comuns.

28 Para mais detalhes sobre o modelo LORI, consulte o trabalho de Souza, Marcelino e Fortunato (2018). Disponível em https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/5002/2489.

Betty Collis e Allard Strijker (2004), descrevem as seis etapas do ciclo de vida de um recurso educacional, sendo elas: 1) Obtenção ou Criação; 2) Etiquetamento; 3) Oferta; 4) Seleção; 5) Uso e 6) Retenção. O documento Modelo de curadoria de recursos educacionais abertos (CIEB, 2017, p. 13) discrimina cada uma das etapas:

A etapa de Obtenção ou Criação consiste no desenvolvimento propriamente dito do recurso educacional digital desde o seu início, ou a partir da adaptação de outro recurso já existente. Na etapa de Etiquetamento, o recurso educacional digital é então descrito com informações que posteriormente auxiliarão no processo de busca. Essas informações podem ter um caráter mais básico (como o título ou o assunto), ou utilizar padrões mais completos com diversas categorias envolvendo o nível educacional, de dificuldade do conteúdo do recurso, dados técnicos, e relações desses recursos com outros recursos. A etapa de Oferta do recurso educacional digital consiste no seu armazenamento e/ou publicação de maneira que o público-alvo do recurso seja capaz de acessá-lo, baixá-lo e utilizá-lo [...] Uma vez que o recurso é ofertado, ele pode ser selecionado e utilizado pelos usuários nas etapas 4 (Seleção) e 5 (Uso), para então ser revisado e avaliado pelos mesmos na etapa de Retenção, onde se indica, por exemplo, se o recurso é útil para a educação, se deve sofrer modificações, ou até mesmo se deve ser descontinuado.

Assim, a curadoria pode ocorrer nestas diferentes etapas do ciclo de vida dos recursos educacionais. Atualmente, há plataformas criadas especificamente para hospedar recursos educacionais, dentre muitas citamos: a Edmodo Spotlight (spotlight.edmodo.com) que se trata de uma plataforma para o compartilhamento de diferentes tipos de recursos digitais de aprendizagem. Ela permite compartilhar, colecionar, e revisar recursos que podem ser úteis para professores e estudantes.

A plataforma Currículo+ (curriculomais.educacao.sp.gov.br/) constitui uma plataforma de conteúdos digitais fomentada pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. A plataforma possui uma equipe de curadores (denominada de “assistentes de seleção de conteúdo digital”) que é composta por Professores Coordenadores do Núcleo Pedagógico (PCNP) da Rede de Ensino Estadual e que são “selecionados, formados e acompanhados” pela Secretaria de Educação (CIEB, 2017, p.20). A plataforma Merlot (www.merlot.org - The Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) é reconhecida internacionalmente e permite aos usuários catalogar recursos educacionais com o objetivo de facilitar o seu uso e compartilhamento.

Na prática, enquanto professores, como podemos fazer uma curadoria de conteúdos? Que passos básicos são necessários? Para colocar a curadoria em prática é necessária a utilização de algum método. Bhargava (2011) propõe cinco possíveis modelos de curadoria que são: (1) Aggregation (Agregação); (2) Distillation (Destilação); (3) Elevation (Elevação); (4) Mashup (Mesclar) e (5) Chronology (Cronologia).

1. Agregação é o ato de selecionar as informações mais relevantes sobre um determinado tópico em um único local. Um exemplo prático seria a busca do professor por aplicativos para utilizar na aula de determinado conteúdo. Ele poderia passar dias pesquisando no Google, mas, pode facilmente se deparar com uma postagem com os “10 melhores aplicativos para a educação”, lembrando que esta seleção e categorização estão definidas pelo curador, por isso, a

relevância do curador na área que está curando. Ao se deparar com esta agregação, o professor, provavelmente, irá poupar muito tempo de busca destes aplicativos (BHARGAVA, 2011).

2. Destilação é o ato de curar informações em um formato mais simplista, onde apenas as ideias mais importantes ou relevantes são compartilhadas. Uma forma de fazer a Destilação, seria o professor extrair citações de um livro, de forma contextualizada, com objetivo de sintetizar ao usuário as informações mais relevantes do referido livro, poupando-o de ler o livro inteiro.

3. Elevação se refere à curadoria com a missão de identificar uma tendência maior ou insight de reflexões diárias menores postadas *online*. No olhar de Bhargava (2011), esta pode ser uma das formas mais difíceis de curadoria de conteúdo, porque requer mais experiência e habilidade analítica por parte da pessoa ou organização durante a curadoria. Por exemplo, no contexto atual de ensino remoto, o professor curador vai buscar nas redes o que existe de mais atualizado na temática em termos de produções acadêmicas, recursos digitais, plataformas e demais mídias que sejam interessantes para o público com quem trabalha.

4. A Mesclagem ou Mashup constitui a fusão de conteúdo existente para criar um ponto de vista ou produto. O professor pode fazer a mesclagem de um ou mais recursos digitais numa apresentação usando um aplicativo (Prezi, Jamboard, Miro), e aproveitar o melhor dos referidos recursos numa nova versão, de acordo com os objetivos de aprendizagem.

5. Cronologia é uma forma de curadoria que reúne informações históricas organizadas com base no tempo para mostrar uma compreensão em evolução de um determinado tópico. Para Chagas e Linhares (2020) a Cronologia envolve “criar de forma cronológica, com o aporte de aplicativos para disponibilizar de forma visual esta informação por datas”. Segundo os autores, envolve apresentar as mudanças ou transformação de determinado conteúdo na linha do tempo. Por exemplo, ao tratar de um conteúdo sobre a pandemia do Covid-19, em 2020, o curador coleta as informações e notícias desde o princípio da crise instalada no mundo.

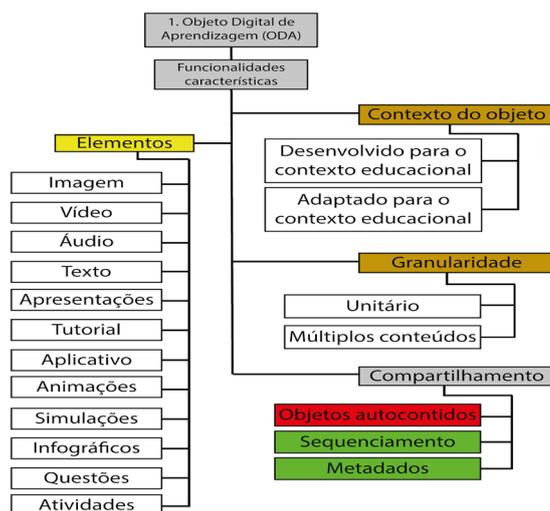
Além dos aspectos sinalizados sobre modelos de curadoria, destacamos os estudos de Daniela Melaré da Universidade Aberta de Portugal (BARROS, 2009, p. 66), que contribuem no auxílio de cada educador e estudante na organização dos conteúdos/materiais e informações em seu ambiente virtual.

1. Saber selecionar o site que acessa, com critérios de qualidade;
2. Saber buscar informação sobre um tema que interessa, em página da web;
3. Saber observar o texto escrito e a imagem, destacando aquelas que servem para o desenvolvimento de reflexões e simbologias sobre os temas;
4. Ter curiosidade pelas informações disponibilizadas pela internet;
5. Saber selecionar informação e organizá-las em seus arquivos pessoais;
6. Saber explorar as ferramentas que o espaço virtual possibilita;
7. Desenvolver formas de busca na internet;
8. Utilizar a internet como meio de comunicação;
9. Saber utilizar a internet como espaço de relações sociais;

10. Construir com os recursos disponibilizados no espaço virtual;
11. Fazer do computador um instrumento de trabalho;
12. Saber trabalhar em grupos nesses espaços virtuais;
13. Utilizar a web como lazer,
14. Saber gerenciar as informações do espaço virtual e suas necessidades.

Outro aspecto a se considerar é a diversidade de recursos educacionais digitais, que podem ser: conteúdos web (mídias interativas ou não, criadas com um propósito), ferramentas (tecnologias de apoio), plataformas (são conjuntos articulados de ferramentas e conteúdos) e *hardware* (são recursos educacionais físicos com um propósito educacional claro). Para auxiliar na curadoria de conteúdos, neste estudo, merecem destaque os objetos digitais de aprendizagem, chamados (ODA), que de acordo com os estudos do CIEB (2017), podem ser imagens, áudios, vídeos, aplicativos, simulações, animações, textos diversos, conforme a Figura a seguir:

Figura 1: Tipos de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA)



Fonte: Proposta de classificação de ODA disponível em: <https://toolkit.plataformaedutec.com.br/files/apresentacao-grupos-toolkit.pdf>

Vale ressaltar, que todo o processo de curadoria exige do professor um planejamento sobre o propósito de cada material que será utilizado, de acordo com suas possibilidades interativas. Deixaremos aqui algumas sugestões de *softwares*, tais como: Padlet (geração de brainstorming), Kahoot (construção de jogos online), Mindmap (construção de mapas conceituais), Blogger (elaboração de diário online), Zotero (elaboração de portfólio), Prezzi (preparar apresentações interativas), Jornais *online*.

2 Avaliação

[...] o ato de avaliar implica em dois processos articulados e indissociáveis: diagnosticar e decidir. Não é possível uma decisão sem um diagnóstico e um diagnóstico, sem uma decisão subsequente, é um processo abortado... (LUCKESI, 2000, p. 2)

Existem dois usos principais para a testagem e avaliação na educação. O primeiro é para classificar, selecionando (facilitando ou impedindo) o acesso à educação, tendo por base a testagem baseada na norma e é classificatória. O segundo é para avaliar os resultados da aprendizagem (o nível e a natureza da competência adquirida), tendo por base a testagem baseada em critérios, sendo diagnóstica ou contínua (GLASER, 1997; HADJI, 2001).

Nesta linha, vale esclarecer algumas modalidades avaliativas apresentadas por Hadji (2001, adaptado pelos autores), quando situa: a avaliação classificatória (classifica os resultados no final do bimestre/semestre/ano/concurso), a avaliação diagnóstica (permite a obtenção de informações relevantes acerca do estado dos aprendentes antes de iniciar uma unidade de conteúdo/disciplina/curso) e a contínua (fornece dados para aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem). Por questões de conformidade²⁹ resolvemos não utilizar os termos avaliação somativa (que foi substituída por avaliação classificatória) e avaliação formativa (que foi substituída por avaliação contínua) em nosso texto.

Coadunamos também com o autor quando denomina “a avaliação diagnóstica de prognóstica, por anteceder a ação de formação” (HADJI, 2001, p.19). O que colabora para o processo de intervenção no acompanhamento da aprendizagem, revelando a importância da avaliação contínua, com evidências ao longo do tempo, em vez de uma ação isolada, pois acontece em todo o ano letivo, e não visa apenas classificar ou ranquear, como previsto na avaliação classificatória.

Segundo Rutz *et al.* (2021) a prática da avaliação da aprendizagem está vinculada às diferentes concepções pedagógicas³⁰. Ela afirma que é necessário compreender o aprendente, o objeto da sua aprendizagem e o meio em que se dá a aprendizagem, elementos fundamentais desse processo. Acerca do aprendente, é necessário conhecer quem é este sujeito, como ele aprende, como ele se relaciona com o objeto de sua aprendizagem. Acerca do objeto de aprendizagem é necessário conhecer o que ele é, “o objeto é o meio físico e social, é o mundo dos objetos materiais, mas também dos conceitos, imagens, linguagens, do que é passível de transformação”, e em qual contexto se insere (RUTZ *et al.*, 2021, p. 3).

Ainda, acerca do objeto de aprendizagem, Rutz *et al.* (2021, p. 16-17) afirmam que:

[...] Ao praticar um ato avaliativo, faz-se necessário definir o objeto de investigação.

29 No capítulo A LITERACIA DIGITAL COMO ELEMENTO INTEGRADOR DO PROFESSOR NO DESIGN INSTRUCIONAL E PLANEJAMENTO neste volume, os termos, avaliação formativa e somativa, são utilizados com outra conotação. Eles referem-se à avaliação do material instrucional.

30 Para saber mais sobre as diferentes concepções pedagógicas, consulte o capítulo EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) AS APRENDIZAGENS no volume 1 deste livro.

Para Luckesi (2018, p. 46) esse ato implica:

1. delimitar o contorno do objeto de investigação por meio da identificação das variáveis essenciais a serem levadas em consideração como guias na coleta de dados e, posteriormente, na leitura dos dados coletados;
2. definir os recursos técnicos necessários para a coleta dos dados, tendo em vista descrever seu objeto de estudo;
3. estabelecer o critério de qualidade assumido como satisfatório, tendo em vista viabilizar a qualificação de realidade investigativa através da comparação entre sua descritiva e padrão de qualidade aceitável.

2.1 Avaliação por Robert Glaser

“Para alguém que não sabe aonde vai, qualquer caminho serve.” Lewis Carroll

Para Robert Glaser, um sistema classificatório e seletivo não é mais a principal demanda da avaliação na educação. Para esse autor, no passado, muito peso foi dado ao aprendizado na condição do estudante, e pouco peso foi dado ao *design* de ensino adaptativo e das comunidades educacionais de apoio. Felizmente, essa situação está mudando aos poucos.

O principal ponto aqui é, que a avaliação para classificação, como um componente do sistema separado do ambiente de aprendizagem impossibilita a consideração de esforços para apropriadamente redesenhar a instrução (GLASER, 1997, p. 3). Para Robert Glaser, não deveria existir cisão entre instrução e avaliação, pois a segunda deveria servir de guia para a primeira. Para que isso aconteça, é necessário ter clareza sobre o quê e como avaliar. Para além disso, o que fazer com as informações colhidas a partir da avaliação, de modo a adaptar as condições de ensino de acordo com as necessidades individuais de cada discente? Afinal, a avaliação não pode ser um fim em si mesma.

2.1.1 O quê e como avaliar

2.1.1.1 A avaliação diagnóstica (compreendendo quem é este sujeito, envolto pelo ato de aprender, e como ele se relaciona com o objeto da sua aprendizagem)

Cipriano Carlos Luckesi (2018, p. 6) define a avaliação diagnóstica como a “modalidade de uso dos recursos da investigação avaliativa de uma determinada ação a serviço da tomada de decisão do seu gestor na busca de resultados com a qualidade desejada”. Esta avaliação geralmente é realizada antes de iniciar uma unidade de conteúdo, possibilitando conhecer o perfil dos discentes (HAYDT, 2006).

O processo de avaliação se inicia através da sondagem dos conhecimentos anteriores trazidos pelos estudantes. Essas informações são úteis para o *design* de ambientes de apoio

que preencha as lacunas de conhecimento, reforça as experiências anteriores e permite novas oportunidades de aprendizado. Sistemas tutoriais inteligentes³¹, comunidades virtuais de aprendizagem³², aulas de reforço individual, podem ser úteis nesse processo. Para isso, é importante compreender quais são as competências anteriores (e seus níveis de *expertise* necessários aos estudantes), que servem de base para o novo conhecimento que se pretende ensinar (GLASER, 1997). Para Rutz *et al.* (2021, p. 9):

A aplicação do ato pedagógico, chamado avaliação, será válido e significativo, quando os dados coletados, sejam eles satisfatórios ou insatisfatórios, forem acolhidos, gerando uma etapa de tomada de decisão, com o propósito de promover mudanças no ensino e aprendizagem.

Esse processo de avaliação inicial pode sondar quais são as inteligências específicas da comunidade (do dia a dia) que os estudantes trazem consigo. Nessa perspectiva, faz-se necessária uma distinção entre o conhecimento acadêmico formal e o conhecimento implícito³³ relacionado com a função social ou econômica exercida pelo indivíduo em sua comunidade. O conhecimento implícito está associado a diversas formas de inteligência que se desenvolvem de acordo com os contextos sociais dos aprendentes. Exemplos de inteligências associadas ao conhecimento implícito seriam a *expertise* para compra e venda de produtos, para a confecção de várias formas de artesanato, para convencimento de outras pessoas (GLASER, 1997).

O processo de avaliação inicial também pode acessar as competências dos discentes em áreas de performance particulares através da teoria das inteligências múltiplas³⁴. Essas áreas podem ser estimuladas nos estudantes através da educação adaptativa, no sentido de otimizar suas aptidões e interesses naturais (GLASER, 1997).

Por fim, o processo de avaliação inicial pode acessar as competências autorregulatórias³⁵ dos estudantes. Esse termo se refere a estratégias como: 1) predição dos resultados da aprendizagem; 2) planejamento do uso do tempo; 3) reverberação do conteúdo a ser assimilado até sua dominância; 4) ativação de conhecimentos anteriores; 5) percepção e busca por conhecimentos anteriores que subsidiem o conteúdo a ser assimilado. Essas habilidades variam entre os indivíduos e podem ser ensinadas (GLASER, 1997).

2.1.1.2 Integrando planejamento e avaliação através do *design* instrucional (avaliação de habilidades, competências e *expertise*)

É fato consolidado que a avaliação baseada em critérios deve comparar os padrões de habilidades, competências e comportamentos dos estudantes àqueles estabelecidos como objetivos

31 Para saber mais sobre sistemas tutoriais inteligentes consulte o capítulo SISTEMAS TUTORIAIS INTELIGENTES E SISTEMAS DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA neste volume.

32 Para saber mais sobre as comunidades virtuais de aprendizagem consulte o capítulo E-LEARNING, AVEA, REDES DE APRENDIZAGEM E COMUNIDADES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM neste volume.

33 Para saber mais sobre o conhecimento implícito consulte a seção acerca da Teoria da Aprendizagem Situada no capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

34 Para saber mais sobre a teoria das inteligências múltiplas consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

35 Para saber mais sobre as competências autoregulatórias consulte as seções: 1) Adendos sobre o Self e a Agência Humana e 2) Teoria Cognitiva Social no capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

no processo de planejamento de ensino. As habilidades podem ser classificadas de acordo com a taxonomia dos resultados de aprendizagem de Gagné, ou nos eixos cognitivo, afetivo e psicomotor da taxonomia de Bloom³⁶. Dentro da taxonomia dos resultados da aprendizagem de Gagné, para um mesmo resultado da aprendizagem, podem existir diferentes níveis de habilidade. Na taxonomia revisada de Bloom, para o eixo cognitivo, existe uma hierarquia de habilidades ou competências definidas pelos objetivos de aprendizagem.

Em sua teoria da instrução, Gagné ainda explicita 9 eventos para se alcançar essas habilidades em seus mais elevados níveis. Esses trabalhos nos permitem uma clareza de como organizar os objetivos elencados no planejamento, e de como associá-los ao processo de instrução. Dessa forma, a geração dos instrumentos de avaliação, nesses contextos, precisa obedecer a certos critérios de qualidade e sofisticação.

Sobre a avaliação contínua, Rutz (2021, p. 11) afirma que:

[...] Perrenoud (1993, p. 178-179) propala que: “relativamente pouco preocupada com os conteúdos específicos dos ensinamentos e das aprendizagens. [...] Dá-se maior ênfase a uma organização mais individualizada dos itinerários de aprendizagem, fundada em objetivos mais explícitos, de recolha de informações mais qualitativas e regulares e das intervenções mais qualificadas.”

[...] Haydt (1997, p. 292-293, adaptado pelos autores) expressa que: [...] pode contribuir para o aperfeiçoamento da ação docente, fornecendo ao professor dados para adequar seus procedimentos de ensino às necessidades da classe. A avaliação contínua pode também ajudar a ação discente, porque oferece ao aluno informações sobre seu progresso na aprendizagem, fazendo-o conhecer seus avanços, bem como suas dificuldades, para poder superá-las.

Os instrumentos de avaliação precisam ser claros para o aprendente, valendo-se de linguagem técnica e sem apresentar nenhum tipo de ambiguidade (LUCKESI, 2000). Eles precisam avaliar, de acordo com o itinerário da aprendizagem, se o discente alcançou os objetivos propostos para aquele momento. Esses objetivos relacionam-se com a aquisição de determinados conhecimentos, habilidades e competências, tudo a seu devido tempo, conforme o itinerário da aprendizagem. É importante lembrar que existem níveis de habilidades e competências, e que respeitar essa hierarquia poderá facilitar o processo de aprendizagem do discente. Dessa forma, os instrumentos de avaliação podem apresentar-se inicialmente de forma básica, como um mero questionário para testagem de conhecimentos, e irem evoluindo em direção a uma avaliação qualitativa das competências adquiridas.

A abordagem adotada pelo professor, mediante a coleta de informações provenientes desses vários instrumentos de avaliação, precisa impactar sobre a forma em que o discente compreende o mundo e sobre o modo em que essa unidade de conteúdo será ministrada futuramente. Ou seja, os instrumentos de avaliação servem tanto para que o discente perceba suas deficiências e as corrija, quanto para que o docente avalie a eficiência do itinerário de aprendizagem utilizado. A ideia é aproximar, o máximo possível, o comportamento dos discentes ao dos peritos com respeito à unidade de conteúdo abordada.

36 Para saber mais sobre a taxonomia revisada de Bloom consulte o capítulo A LITERACIA DIGITAL COMO ELEMENTO INTEGRADOR DO PROFESSOR NO DESIGN INSTRUCIONAL E PLANEJAMENTO neste volume. Para saber mais sobre o trabalho de Robert Gagné consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

Robert Glaser (1990) listou algumas diferenças entre peritos e novatos no que tange ao seu comportamento, com respeito à resolução de problemas. Essa lista nos permite ter clareza do que pode ser avaliado quando se quer determinar o nível de uma competência adquirida, conforme Gagné, ou a posição de uma competência adquirida na hierarquia de objetivos de aprendizagem revisada de Bloom. Segundo Glaser (1990), especialistas e novatos diferem principalmente em 4 propriedades de proficiência: 1) conhecimento estruturado e baseado em princípios; 2) conhecimento proceduralizado; 3) representação efetiva de um problema; 4) habilidades autorregulatórias. Segundo Robert Glaser (1997, p. 9) “essas propriedades de proficiência focam atenção sobre os resultados progressivos de adquirir conhecimento no curso do processo de aprendizagem”.

No especialista, o conhecimento estruturado e baseado em princípios está coerentemente integrado ao corpo restante de entendimento. Por isso, ele possui clareza para analisar e resolver situações específicas. O novato, geralmente, consegue analisar uma situação nova apenas superficialmente, enquanto um especialista faz essa análise de forma muito mais rápida e profunda (GLASER, 1990).

Especialistas e novatos podem ser igualmente bem-sucedidos em lembrar uma regra ou algum fundamento teórico. Entretanto, os novatos têm maior dificuldade em reconhecer quando aplicar esse conhecimento em novas situações (transferência), quando comparados a especialistas que já possuem experiência e prática (GLASER, 1990).

A representação efetiva de um problema refere-se à capacidade de análise e construção de um mapa mental, no qual pode-se tecer hipóteses e eliminar possibilidades. Especialistas gastam maior tempo nesse processo quando comparados a novatos, que geralmente criam modelos superficiais de um problema a ser resolvido (GLASER, 1990).

Por último, especialistas normalmente têm desenvolvido habilidades autorregulatórias que maximizam seu desempenho em sua área de conhecimento. Eles compreendem a complexidade de um problema, sendo capazes de prever adequadamente o tempo e o esforço necessários para lidar com ele. Muitas vezes, os novatos não são capazes de realizar essa façanha, entretanto, podem ser ensinados a fazer isso, caso necessário (GLASER, 1990).

2.1.2 O que fazer com os resultados da avaliação

A avaliação e a instrução precisam ser praticadas de forma coesa, reconhecendo o papel adequado de cada dimensão no processo escolar. Sobre a avaliação contínua Rutz (2021, p. 5) afirma que:

Ao tentar compreender como o aluno aprende, a partir do acompanhamento da sua trajetória, o professor abstrai elementos que podem levá-lo à reflexão sobre a sua prática. É o reconhecimento de que os atos de ensinar e aprender não se dissociam. Dessa forma, compreendemos que: “Ensinar e aprender são dois verbos indissociáveis, duas faces da mesma moeda. Ao avaliar seus alunos, o professor está, também, avaliando seu próprio trabalho” (HAYDT, 2008, p. 7 *apud* RUTZ, 2021, p. 5).

Nessa mesma linha, Robert Glaser (1997) sugere algumas características da avaliação que poderiam suportar sua integração com a instrução: 1) acesso a oportunidades educacionais; 2) exibição das competências; 3) autoavaliação; 4) avaliação socialmente situada; 5) efetividade instrucional (GLASER, 1997).

A primeira característica relaciona-se com o fato de que programas que integrem avaliação e instrução deveriam possibilitar aos docentes reconhecer e apoiar os pontos fortes de cada discente, apontando caminhos para o seu crescimento (GLASER, 1997). Esse autor se opõe expressamente à ideia de nivelar uma turma por baixo, mediante as necessidades dos aprendentes que apresentam déficits de habilidades e competências progressas.

A segunda característica relaciona-se com o fato de que os critérios para o julgamento da performance dos estudantes devem ser transparentes. Desse modo, o conhecimento e as habilidades requeridas ao estudante, ao final do processo educacional, assim como os processos e produtos da aprendizagem, seriam abertamente exibidas durante um curso ou disciplina. Essa abordagem minimiza a necessidade de testes de múltipla escolha ou de escores (GLASER, 1997).

A terceira característica relaciona-se com o fato de que a avaliação precisa envolver a autoavaliação. A integração entre avaliação e instrução traz a competência, ao estudante, de reflexão da sua performance. As várias situações de avaliação capacitarão os estudantes a “fixar padrões incrementais pelos quais eles poderão julgar suas próprias conquistas e desenvolver autodireção³⁷ para alcançar performances de mais altos níveis” (GLASER, 1997, p. 10).

A quarta característica³⁸ relaciona-se com o fato de que “as condições de avaliação podem requerer performance em cenários sociais nos quais os estudantes contribuem para uma tarefa e auxiliam outros estudantes” (GLASER, 1997, p. 10). Nesses contextos, os estudantes podem observar como os especialistas raciocinam e resolvem problemas, podendo levar a questionamentos sobre suas definições de competência.

A quinta característica relaciona-se com o fato de que as “avaliações podem ser julgadas em termos de sua efetividade em informar os professores para devotar tempo a certos conteúdos e habilidades cognitivas no currículo” (GLASER, 1997, p. 10). Os resultados da avaliação precisam trazer informações que influenciem a instrução, de modo a desenvolver as atividades em sala de aula de acordo com os objetivos de aprendizagem.

2.2 A avaliação da/para a aprendizagem

A Avaliação está em todo o processo formativo. Vários educadores discorrem acerca da formação integral do ser humano. Luckesi (2011, p. 50) afirma que: “a aprendizagem, à medida em que se efetiva, garante o desenvolvimento, o qual, por sua vez, se manifesta sempre com uma ampliação de consciência”. Esta consciência ampliada manifesta-se como: “uma ação adequada em relação a si mesmo, aos outros, ao meio ambiente e ao sagrado” (LUCKESI, 2011, p. 50).

37 Para saber mais sobre autodireção consulte as seções: 1) Adendos sobre o Self e a Agência Humana e 2) Teoria Cognitiva Social no capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I e consulte a seção Andragogia do capítulo EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) ÀS APRENDIZAGENS, ambos no volume 1 deste livro.

38 Para saber mais sobre avaliação socialmente situada consulte a subseção acerca das Comunidades de aprendizagem no capítulo E-LEARNING, AVEA, REDES DE APRENDIZAGEM E COMUNIDADES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM neste volume.

O autor indaga sobre a nossa condição, como sujeitos que estão em constante transformação. Na escola, temos a possibilidade de promover a aproximação entre as intencionalidades e as ações, “por intermédio da nossa práxis, individual e coletiva que modificamos o meio e nos modificamos” (LUCKESI, 2011, p. 32).

Para auxiliar nossa reflexão, discutiremos avaliação sob a ótica de alguns autores clássicos (SAVIANI, 2018; HOFFMAN, 2000; LUCKESI, 2011; HADJI, 2001), cujos trabalhos trouxeram à tona inquietações sobre o ato de avaliar e para quê avaliar. Com isso, elencamos neste tópico um breve posicionamento pedagógico sobre o ato de avaliar, para além da mensuração, da tomada de decisão, mas em uma **perspectiva teórica libertadora**, na medida em que remete o aprendente ao processo ação-reflexão-ação. A compreensão de uma abordagem teórica libertadora tem suas raízes em concepções de pedagogias contra-hegemônicas, que no século XX, voltam-se para prerrogativas acerca da função social da educação.

Segundo Hadji (2001), a avaliação é como a leitura do mundo, é seletiva, mas não é medida, embora seja orientada. Devido sua essência reflexiva, não pode ser objetiva. Ao avaliar, geramos a expectativa do que esperar do aprendente, sob a lente específica de quem avalia (o avaliador que possui uma infinidade de critérios e prioridades).

Para Luckesi (2011) e Hadji (2001), o docente, ao avaliar, precisa estar imbuído de uma visão mediadora, reconhecendo o erro como construtivo. Para esses autores, é necessário que o docente compreenda a complexidade deste ato, refletindo que processos de mediação podem promover a construção da aprendizagem.

Tendo a mediação como princípio no exercício da avaliação, Jussara Hoffman afirma:

Uma ação avaliativa mediadora envolveria um complexo de processos educativos (que se desenvolveriam a partir da análise das hipóteses formuladas pelo educando, de suas ações e manifestações), visando essencialmente ao entendimento. Tais processos mediadores objetivaram encorajar e orientar os alunos à produção de um saber qualitativamente superior, pelo aprofundamento às questões propostas, pela oportunização de novas vivências, leituras ou quaisquer procedimentos enriquecedores ao tema em estudo. (HOFFMAN, 2000, p. 72).

Nessa perspectiva, não cabe uma avaliação que se apresenta atrelada a uma visão classificatória. A autora, em seus estudos sobre avaliação, destaca os pontos que são essenciais: a liberdade de expressão garantida, mediação a partir de atividades interativas, atuação do professor reconhecendo a heterogeneidade da sala de aula. Esses princípios são fundamentais para a constituição de um processo avaliativo para a aprendizagem.

Para isso, é fundamental conhecer os processos de pensamento, juntamente com as possibilidades de respostas e soluções. Questões que podem auxiliar na mediação do professor são: Como os estudantes fizeram isso? Qual o pressuposto teórico que eles possuem? E levantar questões junto com os estudantes, para que possam refletir sobre os resultados que alcançaram. Independente da modalidade de ensino (presencial, híbrida ou *online*), os pressupostos teóricos da avaliação não se alteram. Quando definimos a coleta de evidências ao longo de um período, efetivamos a avaliação para aprendizagem (no acompanhamento do processo). Essa avaliação para aprendizagem não pode ser realizada com o uso de apenas um teste (como uma fotografia da aprendizagem). Portanto, as preposições DE e PARA aprendizagem estão atreladas ao estudo

de Dylan (2011) sobre finalidade avaliativa; de como vamos intervir, onde os jovens estão, aonde precisam chegar, qual a melhor forma de agir no percurso avaliativo.

Portanto, é fundamental posicionar-se identificando a concepção e o contexto educacional. Neste sentido, atualizando nossa lente para o contexto das modalidades de ensino híbrida e *online*, nos valemos dos estudos de Santos (2014) que, em sua obra coletiva, apresenta aspectos teóricos e práticos para o desenvolvimento de uma avaliação para a aprendizagem na educação *online*. Para isso, a autora reflete que, estar no contexto digital não pressupõe inovação, pois, caso tenhamos uma postura classificatória, elitista, massificadora, individualista, competitiva, de nada estamos a inovar nos processos pedagógicos *online* (SANTOS, 2014).

Trazendo o estudo para o contexto do ambiente virtual de aprendizagem é fundamental deixar o retrato (recorte estático da avaliação diagnóstica), para desenvolver um *continuum* de atividades avaliativas (podemos chamar avaliação contínua), tais como: verificações iniciais, observações e diálogos nos diversos espaços síncronos e assíncronos, testes e questionários, como também tarefas de desempenho. Nessa perspectiva, preconiza-se a realização do acompanhamento deste *continuum*, em vez de apenas uma prova teste para demarcar em que nível o estudante se encontra.

Quando citamos, no tópico de Planejamento, a necessidade de ciclos contínuos de planejamento/avaliação do curso ou disciplina, trazemos para este escopo a importância de identificar as lacunas no desempenho do processo avaliativo do discente. Para isso, é necessário acompanhar continuamente e recolher amostras do desempenho deste discente (escolhendo trabalhos que ilustram o alto, médio e baixo desempenho), refletindo sobre os resultados alcançados em contraposição aos desejados.

Para isso, o professor pode criar tarefas de desempenho (comandos abertos), com critérios claros e objetivos, para saber o grau de compreensão do estudante. Na educação *online*, para acompanhar esse processo, uma das estratégias que reforçamos é a utilização das rubricas como guia de avaliação, que descrevem o grau de qualidade, proficiência ou compreensão ao longo de um *continuum*. Neste caso, demarca uma gradação, “para avaliarem o grau de compreensão do aluno (análise sofisticada em oposição ao simples recortar), e segundo, para não confundir erros factuais ou a qualidade da escrita com a compreensão que o aluno tem daquele período de tempo.” (WIGGINS e MCTIGHE, 2019, p.171).

O trabalho com rubricas se torna fundamental por deixar claros os critérios que estão sendo avaliados, refletindo uma continuidade, desde a compreensão ingênua até uma compreensão sofisticada. Os autores também destacam a importância de avaliar para a compreensão, por meio de facetas (Quadro 1), como uma estratégia prática para avaliar vários aspectos.

Quadro 1: Facetas da avaliação

Faceta 1	Faceta 2	Faceta 3	Faceta 4	Faceta 5	Faceta 6
Explicação	Interpretação	Aplicação	Perspectiva	Empatia	Autoconhecimento
Precisa Coerente Justificada Sistemática Preditiva	Significativa Perspicaz Relevante Ilustrativa Esclarecedora	Efetiva Eficiente Fluente Adaptativa Elegante	Verossímil Reveladora Perspicaz Plausível Incomum	Sensível Aberta Receptiva Perceptiva Prudente	Consciente Metacognitiva Autoajustável Reflexiva Sábida

Fonte: Wiggins e McTighe (2019, p.173)

Devido à complexidade da compreensão, os autores propuseram as seis facetas do conceito que podem ser utilizadas separadamente, mas também relacionadas para julgar um desempenho específico complexo. Segundo Wiggins e McTighe (2019, p.83), quando compreendemos completamente um conteúdo, nós:

1. **Podemos explicar** – por meio de generalizações ou princípios, apresentando explicações justificadas e sistemáticas de fenômenos, fatos e dados; fazemos conexões perspicazes e fornecemos exemplos ou ilustrações esclarecedores;
2. **Podemos interpretar** – contamos histórias significativas; oferecemos traduções adequadas; fornecemos uma dimensão histórica ou pessoal reveladora para ideias e eventos; tornamos o objeto de compreensão pessoal ou acessível por meio de imagens, relatos, analogias e modelos;
3. **Podemos aplicar** – usamos efetivamente e adaptamos o que sabemos em contextos diversos e reais – podemos “pôr em prática” o conteúdo;
4. **Temos perspectiva** – vemos e ouvimos pontos de vista através de olhos e ouvidos críticos; temos uma visão geral;
5. **Podemos empatizar** – encontramos valor no que os outros podem achar diferente, estranho ou implausível; percebemos sensivelmente com base em experiência direta prévia;
6. **Temos autoconhecimento** – mostramos consciência metacognitiva; percebemos o estilo pessoal, preconceitos, projeções e hábitos da mente que tanto moldam quando impedem nossa própria compreensão; temos ciência do que não compreendemos; refletimos sobre o significado da aprendizagem e da experiência.

De forma resumida, apresentam-se essas facetas, para que possamos refletir sobre as diferentes conotações da compreensão; com isso, evidenciamos indicadores que podem auxiliar a acompanhar o processo de pensamento e orientar o trabalho pedagógico na implementação do planejamento e da avaliação.

Por fim, ao apresentar esses aspectos, visamos auxiliar o trabalho didático pedagógico do professor, para que possa, verdadeiramente, executar um planejamento, curadoria e avaliação adequados em qualquer modalidade de ensino.

2.3 A avaliação sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa

Segundo Moreira (2013), para Ausubel as questões e os problemas para a avaliação precisam ser formulados de forma não familiar para o aprendente. Estas questões e problemas (tarefas de aprendizagem) deveriam referir-se a contextos não trabalhados em sala de aula ou no material instrucional. Uma forma de avaliar o aprendente seria através de tarefas de aprendizagem que pudessem ser subdivididas em tarefas menores, sequenciais e interdependentes.

Neste caso, uma subtarefa não poderia ser executada sem a execução e completa compreensão da tarefa anterior. Moreira (2013) propõe que as primeiras tarefas estejam dentro do contexto do aprendente, trabalhando conceitos básicos, e que progressivamente ocorra o aumento do nível de complexidade até alcançar situações não familiares, fora do contexto dos exemplos de sala de aula. É interessante notar a convergência entre a visão para as tarefas de aprendizagem trazidas pelo modelo 4C/ID e a teoria da aprendizagem significativa.

Além disso, Moreira (2013) defende que a avaliação inicial precisa ser diagnóstica para a adequada tomada de decisão acerca dos organizadores prévios. É sabido que um organizador prévio, que é efetivo para um aprendente, nem sempre poderá ser utilizado para outro aprendente. A modalidade de ensino híbrido, que leve em consideração as inteligências³⁹ e os estilos de aprendizagem⁴⁰ dos aprendentes, pode mostrar-se efetiva para lidar com essa problemática. Em alguns casos, em que o aprendente tem uma estrutura cognitiva muito distante daquela que é esperada, o professor, ou a Escola, também precisará intervir de modo muito mais personalizado, para que alcance os requisitos mínimos para iniciar uma unidade de conteúdo.

A avaliação, durante a exploração da unidade de conteúdo, precisará ser contínua e recursiva (aproveitando o erro), de forma que o aprendente refaça as tarefas de aprendizagem sempre que necessário. Do mesmo modo, a modalidade de ensino híbrido mostrar-se-á mais adequada para esta tarefa. O processo de captação de significados é progressivo e normalmente não ocorre de maneira abrupta. O tempo necessário para um dado aprendente captar o significado de um determinado conhecimento e/ou competência não é exatamente o mesmo que seu colega de turma.

A problemática associada à utilização de organizadores prévios e da avaliação recursiva, em um contexto de aprendizagem significativa, abre uma discussão sobre a forma na qual nossa Escola está organizada. Atualmente, admite-se que a aprendizagem possa ser variável (mensurada de 0 a 10), enquanto o tempo para se trabalhar uma unidade de conteúdo é fixo. E se a Escola atuasse no sentido contrário, onde a aprendizagem fosse fixa e o tempo para se trabalhar uma unidade de conteúdo fosse variável e dependente da evolução de cada aprendente?

Neste caso, o professor poderia prosseguir com o conteúdo programático conforme seu planejamento anual, da mesma forma de sempre. Porém, os aprendentes que necessitarem de maior tempo que o estipulado para alcançar proficiência numa dada unidade de conteúdo, poderiam continuar tendo suporte no contraturno. Este tipo de abordagem já provou ser viável, principalmente considerando-se a real possibilidade da implementação da modalidade híbrida e conseqüentemente, de um ensino mais personalizado nas escolas (HORN e STAKER, 2015).

2.4 A avaliação nas modalidades híbridas e *online* ⁴¹

Aspectos que se tornam fundamentais no novo cenário sociotécnico são as diferentes modalidades ou hipermodalidades que geram novas relações sociais, culturais, profissionais,

39 Para saber mais sobre a Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

40 Estilo de aprendizagem pode ser conceituado como “uma forma individual, natural, habitual e preferida de absorver, processar, e reter novas informações e habilidades” (REID, 1995, p. 8).

41 Neste livro consideramos a existência de 3 modalidades de ensino, a saber: presencial, híbrida e online. Uma discussão sobre essa temática poderá ser encontrada no capítulo E-LEARNING, AVEA, REDES DE APRENDIZAGEM E COMUNIDADES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM neste volume.

políticas, e com isso, também novas áreas de estudo. Dentre as novas áreas de estudo encontra-se a da literacia digital, que nos ajuda a compreender a repercussão da transformação tecnológica na aquisição de conhecimento.

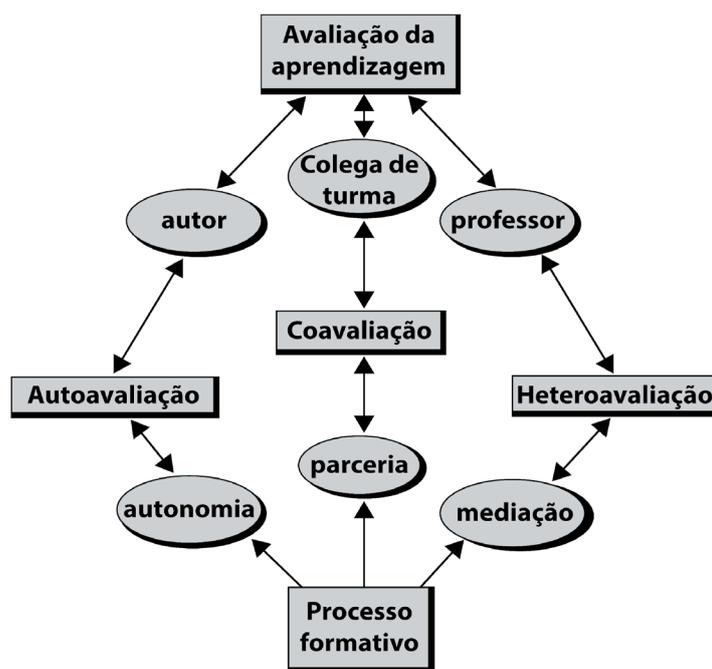
Retomando os estudos, Selber (2004) esclarece como os jovens podem ser utilizadores de tecnologias e desenvolverem uma prática reflexiva, questionando o seu uso. Por isso, torna-se tão importante desenvolver práticas centradas no discente para repensar os processos de planeamento e avaliação para a aprendizagem.

Edméa Santos (2014), especificamente em seus estudos sobre avaliação *online*, destaca o processo da avaliação contínua como ato interativo. A autora apresenta neste relato, de uma experiência de pesquisa de prática pedagógica, os desdobramentos da avaliação contínua na heteroavaliação, autoavaliação e coavaliação. Para a autora, a heteroavaliação caracteriza-se pela avaliação do estudante pelo professor (por alguém que tem um repertório amplo que interage de forma intencional e planejada). Na autoavaliação, avaliação reflexiva (feita pelo sujeito, o autor é responsável e consciente do seu processo de aprendizagem).

Além destes dois percursos, a autora apresenta o desenvolvimento de uma comunidade virtual de pesquisa que desenvolve a coavaliação. Para a autora a coavaliação se constitui como “um par da ação, da produção da performance avaliada. Este “par” deve ser na verdade o grupo que, de forma cooperativa e compartilhada, vai intervir no processo de forma global, agregando valor às produções de todos os envolvidos” (SANTOS, 2014, p. 321).

Segundo Hoffman (2000), é importante que o professor desenvolva uma postura mediadora para planejar, observar, refletir e replanejar os seus processos de avaliação de forma diversificada nas modalidades híbrida e *online*. O mapa da figura 2 expressa esta intencionalidade de forma prática.

Figura 2: Avaliação contínua e seus desdobramentos



Fonte: Santos (2014, p. 320)

Compreender o fluxo desta imagem é fundamental para a mobilização de indivíduos como produtores reflexivos e críticos. Para isso, precisamos da criação de interfaces e a elaboração de diversos instrumentos, que por meio do ambiente virtual nos permitam acompanhar esse processo de crescimento do estudante. Garantir essa diversidade é fundamental, por meio dos: pré-testes, provas, trabalhos, pesquisas, relatórios, seminários, estudos de caso, portfólios, *webquests*, autoavaliações, observações de campo, uso de mapas conceituais, entre outros. Isso tudo, em uma arquitetura de instrumentos que promovam o desenho didático interativo (SANTOS, 2014), em que a avaliação se constitua como uma conquista constante em todo o processo formativo, ao evidenciar:

A possibilidade de incluir vários tipos de produção e recursos em várias linguagens. A singularidade e pluralidade das produções articuladas ao desenvolvimento de uma prática pedagógica intencional no contexto do curso online. É a forma dinâmica de avaliação contínua, principalmente pelo fato de acompanharmos o processo e mudança ante a aprendizagem (...). (SANTOS, 2014, p. 329, adaptado).

Uma estratégia interessante, apresentada por essa autora, é a de valorização do trabalho centrado no aprendente. Esse formato de condução, além de fortalecer as habilidades metacognitivas do discente, também incorpora a autorregulação como um princípio da coavaliação.

Esta autorregulação discente promove uma mudança de comportamento do educador, ao reconhecer o seu papel como mediador do processo, ao mobilizar os jovens como coresponsáveis no processo avaliativo. Ao desenvolver no contexto da educação online, estamos mobilizando o nível crítico e retórico da literacia digital (SELBER, 2004), em que os jovens desenvolvem um nível de consciência e desenvolvem ações e práticas de avaliação crítica.

Através de uma abordagem multifacetada, com o apoio das tecnologias digitais de informação e comunicação, o docente pode organizar suas práticas avaliativas num contexto formativo. Abaixo citamos algumas práticas que podem contribuir com essa organização:

1. Construção de diários *online* e portfólios (com a inclusão de diversos recursos em várias linguagens que mobilizem processos metacognitivos);
2. Testes e provas (construção de rubricas);
3. Autoavaliação;
4. Projetos, artigos, tarefas colaborativas;
5. Coavaliação;
6. Avaliação crítica da contribuição nos fóruns.

De acordo com as práticas avaliativas descritas, é importante destacar que, no ensino *online*, é fundamental romper com o modelo de isolamento e de unidirecionalidade. No modelo que consideramos ideal, o docente está a todo momento refletindo com seus pares e com os discentes. Outra estratégia importante nesse processo é deixar claro quais serão os critérios de avaliação, por exemplo, o trabalho com rubricas. Elas foram utilizadas para facilitar os critérios de avaliação, são criadas em formato de tabelas, de um lado são cadastrados critérios e do outro

os níveis; auxiliam o professor e o estudante a saberem as exigências das atividades e o acompanhamento no *continuum* do aprendizado.

2.5 A avaliação segundo George Snyders

George Snyders não renuncia aos valores presentes na escola, e nem tampouco às suas práticas, o que inclui considerar a necessidade de avaliar. Mas a questão é: como avaliar sem reprisar a ideia negativa de avaliação como um momento de acerto de contas e até mesmo desvinculado do processo de aprendizagem? Para Snyders avaliação é um elemento e um valor que integra o conjunto de práticas que constituem a realidade escolar, e faz parte do seu espectro cultural. Se a escola, e todos os seus agentes, precisam proporcionar alegria aos alunos por meio do compartilhamento da cultura elaborada, a avaliação é um elemento que não pode ser dispensado.

Na concepção de Snyders, proporcionar alegria na Escola não significa renunciar à seriedade e ao compromisso ético que precisam ser inerentes ao processo de ensino e aprendizagem. É justamente o fato de aprender os conteúdos culturais que irá proporcionar satisfação e alegria. Mas isso não se faz diminuindo a importância da avaliação ou a desconsiderando no processo. Nesse sentido, a avaliação é também autoavaliação que não diz respeito apenas aos estudantes, mas aos professores, e a toda a realidade escolar, que está diretamente relacionada com o papel por ela desempenhado.

Nessa perspectiva, não cabe ao professor fazer vista grossa e deixar de avaliar com seriedade seus estudantes. Por outro lado, também não se trata de intimidar e provocar medo e tristeza. Se o professor avalia um trabalho, prova ou qualquer outro instrumento avaliativo, é preciso que auxilie o estudante a perceber como está de fato a qualidade daquilo que produziu. Em outras palavras, não se pode induzir o aluno a desenvolver uma visão equivocada acerca da sua aprendizagem. Se a assimilação da cultura promove satisfação e alegria, ela precisa ser real e não de fachada.

Nesse contexto é possível considerar todos os instrumentos e rituais que fazem parte do processo avaliativo na escola que podem ser aparentemente cumpridos, mas de forma descompromissada com a aprendizagem. Ajudar o estudante a elaborar uma noção coerente acerca do que aprende e produz é fundamental para que ele perceba o quanto precisa melhorar. Mas isso não significa desanimá-lo. Conforme Snyders, não se pode acomodar o estudante com falsos elogios e a ilusão de que já tenha alcançado um objetivo de aprendizagem. Mas não basta apenas um parecer diagnóstico, é preciso mediar caminhos, indicar o que, e como pode ser melhorado, sem renunciar à liberdade e à autonomia.

Essas considerações de Snyders reafirmam a necessidade de compromisso ético com o trabalho desenvolvido na Escola, para que ela seja um lugar de satisfação cultural e consequentemente proporcionador de alegria. Não se trata de apenas cumprir rituais e realizar práticas por inércia para manter as aparências, mas de fazer acontecer um processo de ensino e aprendizagem de excelência, que implica segundo Snyders (1988, p.13) em uma iniciação, “a satisfação que minha escola procura é uma satisfação capaz de transtornar os alunos; não ousa falar de iluminação nem de inspiração; e, no entanto, ir em direção a uma grande obra, uma excelência, é bem uma iniciação – e precisa-se de uma iniciação”.

Para tanto, Snyders considera necessário que os professores atinjam um entusiasmo cultural, ou seja, tenham confiança de que a cultura que ensinam proporcionará satisfação aos alunos. Tal intento requer uma reforma na formação dos professores, e na concepção do autor em questão, seria seu ponto de partida.

Ressalta-se assim a necessidade de realizar um processo que seja de fato educativo e não aparentemente educativo. Em outras palavras, não se trata de cumprir rituais de ensino e aprendizagem, mas de envolver-se de forma compromissada com o desenvolvimento humano a fim de que a cultura transmitida no processo de ensino e aprendizagem proporcione alegria e satisfação aos estudantes. Tal processo requer compreensão da realidade, preparação, planejamento, ação e avaliação. Para Hoffmann o processo avaliativo necessita de uma visão que vá além da imposição das notas de exames:

O processo avaliativo não deve estar centrado no entendimento imediato pelo aluno das noções em estudo, ou no entendimento de todos em tempos equivalentes. Essencialmente, porque não há paradas ou retrocessos nos caminhos da aprendizagem. Todos os aprendizes estão sempre evoluindo, mas em diferentes ritmos e por caminhos singulares e únicos. O olhar do professor precisará abranger a diversidade de traçados, provocando-os a progredir sempre (HOFFMANN, 2001, p. 47).

Em busca da dinâmica educativa apresentada por Hoffmann (2001), a de progredir sempre, propõe-se a reconstrução do próprio perfil docente, reconhecendo-se como mediador da aprendizagem, a partir de um olhar colaborativo para com a realidade de contextos, para com as possibilidades de construção de novas relações com os estudantes, para com a expansão da escola como lugar permanente de renovação dos saberes.

2.6 A avaliação sob o enfoque da Pedagogia Logosófica

Tomando-se por base que é o “indivíduo” o cerne de toda a educação logosófica, a avaliação necessita ser de cunho predominante contínuo. Avaliar nesta pedagogia expressa a oportunidade do educando “conhecer a si”, seus acertos, avanços, falhas, imprecisões. Avaliar é ainda uma porta que abre “novas possibilidades para as atividades da inteligência e do espírito” (PECOTCHE, 2015, p. 21), já que na escola a criança, desde cedo, compreende que ao longo de sua vida terá de estabelecer o compromisso com o “saber”.

Além disso, a busca pela “verdade” é outro experimento que faz parte desse método. Assim sendo, as etapas cumpridas em prol do saber precisam ser aferidas pela consciência, o que significa que, “saber a verdade”, sobre as suas próprias condições internas é forma de assegurar os melhores resultados. Neste sentido, uma das causas para que educandos não obtenham rendimentos escolares esperados, se deve à questão de que, por vezes, se “amarram” as concepções que acreditam ser verdadeiras, “como se esse erro, ao qual inconscientemente se aferraram, por acreditarem nele, pudesse converter-se milagrosamente em verdade, como compensação à sua cegueira” (PECOTCHE, 2017, p. 83). O que significa que é preciso se abster do inveterado “medo de errar”, e para que realmente se tenha o manejo de um conhecimento, a Logosofia recomenda o foco no “acerto”, visto que “o acerto na aplicação converte o ensinamento em conhecimento” (PECOTCHE, 2017, p. 18). Na prática cotidiana, diante de um conhecimento, o educando utilizará a “observação direta” para identificar onde foi bem-sucedido. Em contrapar-

tida, também realizará o inverso, identificar onde errou com base nas experiências de “acerto” ou na intenção de “acerto”. Assim sendo, onde o acerto se fundou, é indicativo de que perseguiu a rota mental e sensível correta, o que lhe dará pauta para identificar equívocos cometidos ou futuros. Nesse sentido, a “autocorreção” é o método utilizado como forma de avaliar.

Nas escolas logosóficas não há restrições quanto aos tipos de métodos avaliativos, podem ser utilizadas as provas (individual ou em grupo), os seminários, a produção de textos (artigos etc.), os trabalhos em grupos, os portfólios, dentre outros. O mais importante é a “forma” como esse instrumental será aplicado. As provas individuais não precisam acontecer em contextos ritualísticos, ou conforme inferencia Macedo:

Podemos exemplificar o período de provas como uma atividade ritualística, que envolve uma série de ações: informações, textos e livros estudados no semestre e indicados aos alunos para a data da prova; o discente, que em geral, estuda na última hora; a disposição da sala em fileiras, dentre outras. Também pode-se inferir que é com uma postura do professor mais enrijecida e a dos alunos tensa. Afinal, é o dia da prova. (2019, p. 7).

É preciso que o educando não seja colocado em ambientes artificiais, de “terror”, com a justificativa de que a prova o “prepara para o mercado de trabalho”, ou seja, de que um dia terá de participar de concursos, seleções etc., e que precisa, desde cedo, viver as “pressões emocionais” que essas experiências trazem. Sob este argumento, uma questão deve ser pontuada, a metodologia humanista logosófica prepara os educandos para lidar com as diferentes contingências da vida, a partir do seu mundo interno. Desta maneira, no momento da realização de provas individuais, por exemplo, é mister a manutenção do “equilíbrio emocional”, da criação de um ambiente sensível. Neste sentido, o professor faz todo um trabalho para gerar esse estado de autoestabilidade, de modo que possibilite o desenvolvimento da autoconfiança. Dessa forma, o educando aprende a criar esse ambiente “dentro de si”. E aprenderá que, não importa o estado de desequilíbrio lá fora, pois ele buscará estar cômodo na incomodidade.

É a autoavaliação, por fim, o destaque do método avaliativo nessas escolas. Isso porque, o educando tem a possibilidade de exercitar o método “intraindividual” (melhor explicado no volume I), em frente a si, para realizar o enfrentamento com o único e real adversário que temos na vida, enfrentará “a si próprio”.

2.7 Avaliação segundo Paulo Freire

Assim como o tema “planejamento”, a “avaliação” não foi um assunto diretamente abordado por Paulo Freire, mas há diversas reflexões em seus escritos que são frutíferas para pensar essas temáticas.

A avaliação pode ser pensada em Paulo Freire a partir dos momentos que vão constituir o encontro pedagógico. Com base na reflexão e no diálogo, a respeito das dimensões concretas e históricas dos homens, é que se encontra o *universo temático* dos educandos. Ou seja, as condições que constituem a realidade cotidiana dos homens, suas ideias, valores, desafios, esperanças, é o ponto de partida para a compreensão dos temas que vão gerar o próprio *conteúdo programático*. Isso só ocorre, porque o educador se coloca também como educando - diferente

da posição de quem “deposita conhecimento” - e trabalha em uma perspectiva de *construção conjunta*.

Essa “investigação temática” parte de uma concepção problematizadora da educação, e a partir dela são compostos os *temas geradores*. “A tarefa do educador dialógico é, trabalhando em equipe interdisciplinar este universo temático, recolhido na investigação, devolvê-lo, como problema, não como dissertação, aos homens de quem recebeu.” (FREIRE, 1985, p. 65). O processo de “investigação temática” é, por si só, problematizador e por isso mesmo é pedagógico. Nesse sentido, “investigação temática” e educação fazem parte do mesmo processo.

No caso da educação de adultos em uma área camponesa, por exemplo, poderia-se pensar nos seguintes aspectos para a realização do trabalho pedagógico dialógico (FREIRE, 1985):

- A realização de uma reunião informal com as pessoas, foco do projeto formativo, para falar sobre os objetivos da ação pedagógica;
- Caso aceitem, nesta reunião deve-se incentivar que alguns dos presentes aceitem atuar em conjunto com os educadores no processo de investigação temática. Esses voluntários exercerão o papel fundamental de observar e investigar a própria realidade, atuando em conjunto com os educadores;
- As observações feitas e registradas, a partir da vida cotidiana da comunidade, farão parte de seminários que avaliarão conjuntamente o observado e tudo isso constituirá a Arca de trabalho. Dessa forma, os participantes vão descortinando as contradições presentes em sua realidade e constituindo uma leitura crítica do mundo à sua volta;
- Em conjunto, educadores e educandos escolhem as situações e contradições para servir à investigação temática. A partir de pinturas, fotografias ou apresentações orais, ocorre a análise crítica, mediatizada pelas “codificações” (representações da realidade). Hoje, com os recursos tecnológicos disponíveis, essa compreensão pode ser extrapolada no âmbito pedagógico para a utilização de outros aparatos simbólicos que apoiem o processo formativo dos educadores e educandos. O importante é atentar para que as codificações não sejam fechadas em si mesmas, mas que ofereçam possibilidades de análise e compreensão. “As codificações não são slogans, são objetos cognoscíveis, desafios sobre que deve incidir a reflexão crítica dos sujeitos decodificadores.” (FREIRE, 1985, p. 69);
- Com base na delimitação temática, equipe interdisciplinar e voluntários fazem a estruturação dos temas, cada um sendo abordado a partir de diferentes domínios do conhecimento;
- A estruturação dos temas dá origem ao programa (“conteúdo programático”) e a partir deste momento se dá a construção dos materiais didáticos.

Nesse sentido se dá a ação pedagógica: a partir do diálogo e do entendimento - do educador e do educando - de sua realidade e contradições, passando pela construção conjunta do conteúdo a ser abordado no programa até a produção dos materiais didáticos e realização da formação. Um processo que parte do interesse e realidade dos educandos e por meio da mediação dos educadores e recursos tecnológicos alcançam uma educação que seja significativa e transformadora. “O importante, do ponto de vista de uma educação libertadora, e não “bancária”, é que, em qualquer dos casos, os homens se sintam sujeitos de seu pensar, discutindo o seu pensar, sua

própria visão do mundo, manifestada implícita ou explicitamente, nas suas sugestões e nas de seus companheiros.” (FREIRE, 1985, p. 75-76).

Essa compreensão do ato educativo em Freire é fundamental para uma extrapolação que possibilite entender o processo de avaliação nessa perspectiva. Se a concepção de Freire parte de uma crítica ao ensino conteudista e à visão do educando como receptor de conhecimento, então sua perspectiva de avaliação também vai se afastar daquela tradicional pautada em provas que objetivam “sacar o conhecimento depositado” (FREIRE, 1985). Nesse sentido, a avaliação é vista como processo de investigação e discussão sobre o conhecimento e sobre o ato de conhecer (CUPOLILLO, 2007). Esse processo (avaliativo) alimenta o ato de conhecer; caminha junto com ele.

O conceito de “inacabamento”, presente em Freire, sugere que não há saber “acabado”, “pronto”, mas é edificado no decorrer da história de vida de cada ser humano, então perde o sentido de se ter um “atestado de saber”. A avaliação muda de sentido: se torna uma forma de realimentar a reflexão-ação e o diálogo pedagógico.

2.8 A avaliação na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem

O Desenho universal para aprendizagem (DUA) é baseado em três princípios: 1) promover múltiplos meios de engajamento; 2) promover múltiplos meios de representação e 3) promover múltiplos meios de ação e expressão (ROSE e MEYER, 2002).

Ao promover múltiplos meios de engajamento, os professores estimulam que o aluno se dedique à tarefa, tornando a atividade mais significativa, o que por sua vez, impulsiona o aprendizado. Oferecer múltiplos meios de representação refere-se a trabalhar o mesmo conteúdo de diversas maneiras, por meio de variações de estratégias e recursos com a finalidade de atender a todo o alunado. Promover múltiplos meios de ação e expressão possibilita ao estudante que expresse significativamente o conhecimento adquirido.

O princípio da ação e expressão vai orientar os professores a auxiliar o aluno a processar a aprendizagem; ele vai dar suporte às redes estratégicas de aprendizagem, ou seja, refere-se ao “como” da aprendizagem (NELSON, 2014). Sob a ótica do DUA é nesse princípio que se encontra a avaliação do ensino ofertado, isso porque permitir que os alunos demonstrem seu conhecimento de diversas maneiras vai colaborar para que eles os interiorizem.

Quando falamos em avaliação, nos referimos ao processo pelo qual o professor consegue verificar se o ensino está sendo funcional. De acordo com as premissas do DUA, baseadas na neurociência, cada aluno vai aprender de determinada forma, então se esse aluno é mais sensível a um modo de captar a informação, ele também será mais sensível a um modo de expressá-la (ROSE e MEYER, 2002). Por exemplo, uma avaliação escrita para verificação de aprendizagem pode deixar à margem alunos que aprenderam o conteúdo, entretanto não conseguem expressá-lo por meio da escrita.

Por isso, o processo avaliativo dos alunos deve ser coerente com o modo como cada um deles se envolve na aprendizagem e com a maneira como eles revelam o que aprenderam (RAPP, 2014). Ao pautar a avaliação no DUA os professores devem se atentar a três orientações: fornecer

opções para as funções executivas; fornecer opções para expressão e comunicação; fornecer opções para ação física (NELSON, 2014). O quadro a seguir mostra quais estratégias podem ser utilizadas pelo professor em cada uma dessas orientações.

Quadro 2: Orientações para o uso do princípio de expressão e ação

Orientações	Estratégias
Fornecer opções para as funções executivas.	Definir metas apropriadas como guias.
	Planejar as estratégias de apoio ao desenvolvimento.
	Melhorar a capacidade de acompanhamento dos progressos.
Fornecer opções para expressão e comunicação	Usar a mídia para a comunicação.
	Usar várias ferramentas para a construção e composição.
	Construir fluências com níveis graduais de apoio a prática e ao desempenho.
Fornecer opções para a ação física.	Variar os métodos de resposta e de navegação.
	Otimizar o acesso às ferramentas e às tecnologias assistivas.

Fonte: elaboração própria baseada na obra de Nelson (2014)

É importante que o professor se aproprie da literatura sobre o DUA para basear seu ensino, mas a partir disso como aplicar essas orientações na avaliação no momento da prática pedagógica? O Ministério de Educação e Comunicação (MEC) elaborou um material com alguns exemplos práticos, observe um deles a seguir:

Figura 3: Exemplo prático de aplicação do princípio de expressão e ação na avaliação

Na aula de Português, os alunos são incentivados a ler e a recontar histórias lidas. De acordo com o nível de leitura dos alunos, o professor disponibiliza vários livros. Os alunos escolhem um livro para ler tendo em conta o seu nível de leitura e interesses. O professor oferece várias opções aos alunos, podem ler o livro individualmente, em pares ou em pequeno grupo. No final da leitura, os alunos são convidados a recontar a história à turma. São fornecidas diferentes opções de apresentação: oral, gravação prévia de vídeo com o reconto da história e posterior apresentação à turma, dramatização, organização de esquemas, desenhos/imagens.

Fonte: https://plataforma.dge.mec.pt/pluginfile.php/15079/mod_page/content/8/DUA-principio3.pdf

No exemplo citado acima, o nível de leitura dos alunos corresponde às barreiras de aprendizagem. Permitir que os alunos escolham o livro aumenta o engajamento na tarefa e a autonomia deles. Por fim, foi permitido o uso de múltiplos meios de comunicação para expressar o aprendido, dentre eles, o professor recorreu ao uso de tecnologia digital de informação e comunicação como ferramenta auxiliar.

Rose e Meyer (2002) destacam que, apesar do DUA ser uma teoria, os professores podem aplicá-la na prática, mas para isso é necessário o apoio da tecnologia e dos materiais digitais de informação e comunicação. O professor pode (e deve) recorrer a tecnologia para ofertar múltiplas formas de apresentar o conteúdo (NELSON, 2014). Os alunos poderão utilizar de meios digitais para confecção de vídeos, fotos, e esquemas gráficos. Mas também é importante lembrar que recursos simples são bem-vindos e funcionais, como o desenho com lápis e papel, expressão por meio da mímica, rodas de conversas. O que realmente importa é que cada aluno tenha a oportunidade de expressar seu aprendizado. No próximo exemplo (Figura 4) o professor recorre a meios não tecnológicos na aplicação do princípio da expressão e ação como o desenho ou um relato oral.

Figura 4: Exemplo de aplicação do terceiro princípio do DUA na prática

O professor de Ciência pretende que os alunos compreendam o conceito de fotossíntese. A explicação oral do professor foi suficiente para alguns alunos compreenderem o conceito. No entanto, foi necessário o professor recorrer a recursos adicionais à explicação oral para otimizar a aprendizagem. O professor utilizou fotografias e vídeos, reconhecendo que para alguns alunos a visualização do processo facilitava a sua aprendizagem. Pediu para os alunos registarem nos seus cadernos a definição do conceito. Para alguns alunos, isto foi suficiente. No entanto, alguns alunos fizeram um elevado esforço para escrever, pelo que o professor possibilitou-lhes um registo em desenho ou um relato oral.

Fonte: https://plataforma.dge.mec.pt/pluginfile.php/15079/mod_page/content/8/DUA-principio3.pdf

Percebe-se que o processo avaliativo se concentra na opção de múltiplos meios de expressão e ação. É necessário ressaltar que a avaliação do processo de aprendizagem, na ótica do DUA, não se refere apenas ao aprendizado do aluno. A avaliação também ocorre na perspectiva de verificação das práticas do professor. No caso de as práticas do professor não serem bem-sucedidas em promover a aprendizagem, faz-se necessário reajustar sua estratégia e o uso dos recursos disponíveis. Basear o ensino no DUA requer constante avaliação sobre as estratégias e recursos adotadas para o ensino e o impacto deles no contexto de cada aluno (MEO, 2008).

Considerações Finais

Neste capítulo visamos apoiar professores e estudantes a compreenderem as mudanças educacionais em um contexto marcado pelas tecnologias digitais. Abordamos neste capítulo a curadoria e a avaliação sob a luz da literacia digital: como realizar a inserção das tecnologias digitais de forma organizada, útil e integrada aos conceitos de criticidade e alegria na Escola. Essa questão pode ser respondida através de todo o extenso material existente acerca das modalidades de aprendizagem híbrida e *online*, e das discussões sobre como implementar a literacia digital, sempre fazendo uso do *design* instrucional. Nossa proposição exige uma profunda mudança no currículo dos cursos de pedagogia e licenciaturas, além da estrutura da escola.

Curadoria digital enquanto olhar primoroso para as construções autônomas, por meio da intermediação tecnológica, seja em plataformas que hospedam recursos educacionais, ou em

propostas avaliativas acerca de tais recursos, com vistas à garantia de critérios que tornem o processo avaliativo acessível e prospectivo.

O percurso metodológico orientador do processo de curadoria, apresentado neste capítulo, engendrou a seleção relevante e a constante atualização das informações, associadas ao potencial dos múltiplos recursos digitais que instiguem os estudantes e diversifiquem as trajetórias de aprendizagem.

O envolvimento da ação de curadoria no âmbito da avaliação, em prol do desenvolvimento da literacia digital, e em âmbito de recursos, conteúdos e aprendizagens, caracteriza-se como decisão reflexiva do professor frente aos estilos de aprendizagem, fruindo-se de elementos da dimensão classificatória, prognóstica e contínua, a depender da clareza quanto aos objetivos.

Ao se qualificar, o professor, na elaboração do seu planejamento, usará a curadoria de conteúdos na web como instrumento para integrar as tecnologias na sua prática e, por sua vez, realizar uma avaliação diagnóstica, contínua, integral e transdisciplinar, que considere não apenas a aferição de conhecimentos, mas também as competências, atitudes e valores adquiridos. Todo o esforço canalizado neste sentido, terá um resultado a longo prazo: professores qualificados e motivados, e discentes com visão crítica, capazes de coletar e selecionar da web informações importantes para a construção de um conhecimento holístico e compartilhado.

A cisão entre instrução e avaliação, é a própria cisão entre o processo educacional e o processo avaliativo, de forma a não haver possibilidade de se pensar em fragmentos da ação docente, mas em constituições de processos avaliativos que promovam aprendizagem.

Referências

ABBOT, Daisy. **What is digital curation?** Edinburgh, UK: Digital Curation Centre, 2008. Disponível em: <http://www.era.lib.ed.ac.uk/bitstream/1842/3362/3/Abbott%20What%20is%20digital%20curation_%20_%20Digital%20Curation%20Centre.doc>.

BARROS, Daniela Melaré V. Estilos de uso do Espaço Virtual: como se aprende e se ensina no virtual? Inter-Ação: **Rev. Fac. Educ.** UFG, 34 (1): 51-74, jan./jun. 2009 Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2052/1/artigo%20Daniela.pdf>

BHARGAVA, R. The 5 Models Of Content Curation | **Influential Marketing Blog**, 2011.

Disponível em: <<https://goo.gl/ghnZrh>>. Acesso em: 26 fev. 2020.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura (MEC). DUA. Princípio 3. Exemplos de Práticas pedagógicas. Disponível em: https://plataforma.dge.mec.pt/pluginfile.php/15079/mod_page/content/8/DUA-principio3.pdf. Acesso em 11 de abril de 2021.

CHAGAS, A. M.; LINHARES, R. N. A curadoria de conteúdos digitais, como dispositivo na pesquisa-formação na cibercultura. **RE@ D-Revista de Educação a Distância e Elearning**, v. 3, n. 1, p. 100-114, 2020.

CIEB - Centro de Inovação para Educação Brasileira-CIEB. **Modelos de curadoria de recursos educacionais digitais**. 2017. Disponível em <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/04/CIEB-Estudos-5-Modelos-de-curadoria-de-recursos-educacionais-digitais-31-10-17.pdf> Acesso em 20 nov. 2020.

COLLIS, B., & STRIJKER, A. **Technology and Human Issues in Reusing Learning Objects**. *Journal of Interactive Media in Education*; May 2004: JIME Special Issue on the Educational Semantic Web, 2004(1).

CORREA, E. N. S. **Curadoria digital e o campo da Comunicação**. São Paulo: ECA -USP, 2012.

CORTELLA, M. S; DIMENSTEIN, G. **A Era da Curadoria: o que importa é saber o que importa!** (Educação e formação de pessoas em tempos velozes). Campinas, SP: Papirus 7 Mares, 2015. 122 p. (Papirus Debates).

DYLAN, W. **What is assessment for learning?** *Studies in Educational Evaluation*, 2011.

FISHER, M. Visual Bloom's. 2009. Disponível em

<http://visualblooms.wikispaces.com/page/diff/home/168742529> acessado em 10 jan. 2021.

GLASER, R. Expertise. In M. W. Eysenck, A. Ellis, & E. Hunt (Eds.), **The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology** (pp. 139-142). Oxford, England: Basil Blackwell, 1990.

_____. **Assessment and Education: Access and Achievement**. CSE Technical Report 435, University of California: Los Angeles, 1997.

HADJI, C. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

HAYDT, R. C. **Curso de Didática Geral**. 8 ed. São Paulo: Ática, 2006.

HOFFMANN, J. **Avaliação: Mito e Desafio**. Uma perspectiva construtivista. Porto Alegre: Mediação, 1993.

_____. **Avaliar para promover: as setas do caminho**. Porto Alegre: Mediação, 2001.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

KRATHWOH, D. R. A. Revision of Bloom's taxonomy: an overview. **Theory in Practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

KNUD, I. **Teorias contemporâneas da aprendizagem**. Tradução de Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre, RS: Penso, 2013.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. Tradução: Vera Magyar. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2008.

LOPES, D. de Q.; SOMMER, L. H.; SCHMIDT, S. Professor-propositor: a curadoria como estratégia para a docência on-line. **Revista Educação & Linguagem**, Porto Alegre, RS, v. 17,

n. 2, p. 54-72, jul.-dez. 2014. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-ims/index.php/EL/article/view/5331/4384>>. Professor propositor >

LORENZATO, S. **Para aprender Matemática**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

LUCKESI, C. C. **O Que é Mesmo o Ato de Avaliar a Aprendizagem?** Revista Pátio, n. 12, p. 6-11, fev./abr. 2000.

_____. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 2 ed. Salvador: Malabares Comunicações e eventos, 2005.

_____. **Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico**, São Paulo: Cortez Editora, 2011.

_____. **Avaliação em educação: questões epistemológicas e práticas**. São Paulo: Cortez, 2018.

MACEDO, S.M.F. Perspectivas de avaliação da aprendizagem: dos dogmas, rituais e ritos à ética do bom senso. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 9, p. 1–16, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/2503/9920> Acesso em: 13 maio de 2021.

MESSICK, S. The psychology of educational measurement. **Journal of Educational Measurement**, v. 21, n. 3, p. 215-23, 1984.

MEO, G. Curriculum planning for all learners: Applying universal design for learning (UDL) to high school reading comprehension program. **Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth**, v. 2, n. 52, p. 21-30, 2008.

MCGILL, L.; FALCONER, J. A.; LITTLEJOHN, A.; BEETHAM, H. (2013). A cumulative evaluation and synthesis of the entire Higher Education Funding Council for England funded Intervention in open educational resources. **Journeys to open educational practice: executive summary ukoer/score review final report**, p. 1-12, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA DE PORTUGAL. **Recomendações sobre a Educação para Literacia Mediática**. Conselho Nacional de Educação, Diário Diário da República, 2.ª série — N.º 250 - 30 de dezembro de 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Publicado na **Série Textos de Apoio ao Professor de Física do PPGEnFis/IF-UFRGS**, Rio Grande do Sul, v. 24, n. 6, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24_n4_moreira.pdf> Acesso em: 13 mar 2021.

NELSON, L. L. **Design and Deliver: Planning and Teaching Using a Universal Design for Learning**. Londres: Brookes, 2014.

NOGUEIRA, M. L. **Reflexões sobre Elaboração de Material Didático para Educação a Distância: Uma experiência CEAD-UNIRIO**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Design do Departamento de Artes & Design) Pontifícia Católica -Rio de Janeiro, 2012.

_____. **Desafios do Trabalho e Formação Docente no Século XXI**. Novo Hamburgo, 31 maio 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sYizAm-j1rM>. Acesso em: 08 set. 2020.

PECOTCHE, C.B.G. **Curso de Iniciação Logosófica**. 20 ed. São Paulo: Editora Logosófica, 2017.

_____. **Mecanismo da vida consciente**. 16 ed. São Paulo: Editora Logosófica, 2015.

ROSE, D. H.; MEYER, A. **Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning**. Virginia: Ascd, 2002.

RUTZ, K. P.; MARINHO, J. C. B.; PESSANO, E. F. C. Avaliação da aprendizagem: pressupostos teóricos e problematizações. **Revista Cocar**, v. 15, n. 31, p. 1-20, 2021.

SAITO, F. S. & SOUZA, F. N. (Multi)letramento(s) digital(is): por uma revisão de literatura crítica. **Revista Linguagens e Diálogos**, v. 2, n. 1, p. 109-165, 2011.

SANTOS, E. **Portfólio e cartografia cognitiva: dispositivos e interfaces para a prática da avaliação formativa em educação online**, in: SILVA M.; SANTOS E. (orgs), *Avaliação da aprendizagem em educação online*. São Paulo: Loyola, 2014, pp. 315-331.

SARTORO, E.R.L.; OLIVEIRA, G.A.; FERREIRA, G.P.; OLIVEIRA, J. M.; LIMA, L. V.C.(Orgs.) **Caderno Pedagógico**. UFFJ, 2019.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia**. São Paulo, Cortez, 43 ed., 2018.

SELBER, S. A. **Multiliteracies for a Digital Age**. Carbondale: Southern Illinois University, 2004.

SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Manole, 1988.

VIANNA, H. M. **Avaliação educacional: teoria, planejamento e modelos**. São Paulo: IBRASA, 2000.

WIGGINS, G. & MCTIGHE, J. **Planejamento para a Compreensão: Alinhando Currículo, Avaliação e Ensino por Meio da Prática do Planejamento Reverso**. Porto Alegre: Penso Editora, 2019.

ZERBATO, A.P., **Desenho universal para aprendizagem na perspectiva da inclusão escolar: potencialidades e limites de uma formação colaborativa**. Tese (Doutorado em Educação Especial), Universidade Federal de São Carlos. 298f. 2018.

E-LEARNING, AVEA, REDES DE APRENDIZAGEM E COMUNIDADES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Anderson Fernando Barroso Vieira

Leandro Guimarães Garcia

Jeremias Fontinele da Silva

Luís Rodrigues

Em ambientes virtuais não precisamos de quem dê aula, mas de quem oriente e avalie, acompanhe e motive, dialogue e questione. O professor, longe de pretender saber tudo, faz o papel de “coach”: orchestra habilidades, compõe interesses, lidera processos, ativa dinâmicas. Não facilita, encurta, rebaixa. Ao contrário, eleva os desafios, sempre. (DEMO, 2009, p. 70).

Introdução

Vivemos um processo em que a proliferação de tecnologias digitais não acontece no mesmo ritmo em que somos capazes de aprender a utilizá-las como ferramentas de ensino. Por diversas questões, ainda há resistência em utilizar novos recursos tecnológicos na aprendizagem, principalmente com adultos e idosos. Muitos deles encontram-se em uma fase de transição, onde uma boa parcela pode ser definida como analógica, por sua resistência ou dificuldade na utilização de recursos tecnológicos, por desconhecimento de como utilizar os novos recursos, por medo da inovação, por descrença, desmotivação ou outro motivo. Isto se deve, em parte, ao curto período, de tempo, de desenvolvimento das tecnologias como um todo. Basta lembrarmos que a própria história tecnológica do Brasil é recente.

Há menos de quarenta anos sequer tínhamos internet. As formas de comunicação mais avançadas disponíveis há 30 anos eram aparelhos celulares que, quando muito avançados, possuíam calculadora somente. A população que em 2020 se encontra na faixa etária dos quarenta anos, contava no máximo com retroprojeter e mimeógrafo, além de quadro negro e giz, como tecnologias de ensino disponíveis em sua infância. A produção de mídias como diapositivos ou transparências apresentava um processo produtivo caro. Um mesmo conteúdo podia durar anos sem modificação, dado o elevado valor para a produção de um simples diapositivo. Computadores eram caros e raros. Interessante observar que qualquer smartphone atual tem, no mínimo, cem vezes mais poder de processamento que a tecnologia dos computadores disponíveis para levar o homem à lua. Com o passar das gerações, o uso intenso das tecnologias de informação e comunicação na mediação pedagógica tornou o ato de ensinar mais complexo.

As atuais tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) possibilitaram a utilização de novos espaços de aprendizagem. O acesso ao conhecimento, adequado às necessidades do aprendente no momento que mais lhe convém, possibilitado graças às tecnologias atuais, sugere uma rápida mudança e adequação do processo de ensinar.

A aprendizagem baseada em tecnologias altera a percepção do conhecimento, contribuindo para um distanciamento cada vez maior do modelo de educação bancária. A percepção do aluno, cujo conhecimento depende do professor, é substituída por um aprendente em constante aprendizado com acesso ao conhecimento em qualquer lugar, em qualquer tempo.

As aprendizagens, por sua vez, ao invés de se constituírem como um corpo sólido de conhecimentos determinados previamente e historicamente datados, constituem-se como aprendizagens abertas, não lineares e mutáveis. Aprendizagens descartáveis, seletivas, múltiplas e em permanente atualização. (KENSKI, 2003, p. 7).

O aprendizado com o uso de tecnologias ocorre de maneira natural para alguns. O percurso formativo varia entre cada um. Para conseguirmos proporcionar acesso ao conhecimento, de forma organizada e direcionada, lançamos mão de alguns recursos tecnológicos como, por exemplo, os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA) que suportam as Comunidades Virtuais de Aprendizagem. Não queremos afirmar aqui que sem esse ambiente não ocorrerá aprendizado, apenas modificamos e ampliamos as formas dele ocorrer.

As tecnologias disponíveis para auxiliar no processo de aprendizagem devem possuir caráter inclusivo, conectado ao cotidiano do aprendente. Descobrir o caminho do conhecimento é tarefa do aprendente. Torna-se necessário compreender que a aprendizagem no *cyberespaço* deve ser positiva. O AVEA permite o uso de recursos dinâmicos para provocar o interesse do aprendente através de mídias interativas, na interação entre pares, constituindo espaço para troca de experiências e base de referências técnicas reunidas em um único local onde tudo remete à aprendizagem.

Os estímulos proporcionados pelo ambiente virtual instigam no pensamento uma maneira diferente de assimilação, cujas características visíveis são: mais rapidez na leitura e visualização textual; maior capacidade de dar atenção a uma diversidade de opções ao mesmo tempo; percepção aguçada para seleção de informação; uso da imagem como referencial; e a visualização do texto como uma imagem (MELARÉ e BARROS, 2009).

As infinitas possibilidades de apreensão do conhecimento, por meio de recursos tecnológicos, permitem um aprendizado mais rápido quando se domina a ferramenta utilizada para a aprendizagem. Porém, nem todos aprendem de uma mesma forma e os adultos possuem tempos de aprendizagem diferentes dos de uma criança (ALHEIT e DAUSIEN, 2006).

Nesse capítulo iremos trabalhar a definição de conceitos básicos como EaD, ensino *online* e *e-learning*. Depois iremos abordar o conceito de redes e redes de aprendizagem, comunidades e comunidades de prática e de aprendizagem. Por fim, iremos abordar o conceito de AVEA e o papel do educador mediante o uso dessas tecnologias.

1 Ensino a Distância (EaD), Ensino Online, E-Learning

Neste subtópico abordaremos os conceitos de ensino a distância (EaD), ensino *online* e *e-learning* (do inglês *electronic learning*, “aprendizagem eletrônica”). De acordo com Almeida (2003), podemos conceituar educação a distância e educação online (tomamos a liberdade de substituir o termo educação por ensino) como:

Ensino a Distância: pode se realizar pelo uso de diferentes meios (correspondência postal ou eletrônica, rádio, televisão, telefone, fax, computador, internet etc.), técnicas que possibilitem a comunicação e abordagens educacionais; baseia-se tanto na noção de distância física entre o aluno e o professor como na flexibilidade do tempo e na localização do aluno em qualquer espaço.

Ensino Online: é uma modalidade de educação a distância realizada via internet, cuja comunicação ocorre de forma síncrona ou assíncrona. Tanto pode utilizar a internet para distribuir rapidamente as informações como pode fazer uso da interatividade propiciada pela internet para concretizar a interação entre as pessoas, cuja comunicação pode se dar de acordo com distintas modalidades comunicativas, a saber: comunicação um a um, ou dito de outra forma, comunicação entre uma e outra pessoa (e-mail); comunicação de um para muitos, ou seja, de uma pessoa para muitas pessoas (fóruns de discussão); e comunicação de muitas pessoas para muitas pessoas (criação de um grupo virtual). (ALMEIDA, 2003. p. 329).

O ensino a distância (EaD) diz respeito tanto à distância real (geográfica) entre o professor e o aprendente, quanto à distância entre o conteúdo ministrado e o aprendente (tempo-espaço). Tempo, pois é possível a construção da aprendizagem no momento temporal em que o aluno, em sua liberdade educacional, se sinta mais propenso. Espaço, haja vista que o aluno pode ter acesso ao conhecimento proposto, quer seja online, quer seja por dados existentes em dispositivos eletrônicos para esse fim.

Ao associarmos os recursos *online* ao ensino presencial, podemos constituir uma nova forma de entrega de conteúdo chamada de ensino híbrido. Segundo Horn e Staker (2015), o ensino híbrido apresenta três características: é qualquer programa educacional formal em que um aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino online, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, o lugar, o caminho e/ou o ritmo; o aluno aprende, pelo menos em parte, em um local físico supervisionado, longe de casa; as modalidades (presencial e online), ao longo do caminho de aprendizagem de cada aluno, estão conectadas para fornecer uma experiência de aprendizagem integrada. Na figura 1 o ensino híbrido forma um *continuum* presencial-online com o ensino presencial em um extremo e o ensino online em outro. Tudo no meio, não incluindo os extremos, seria o ensino híbrido, desde que obedecendo as três características de Horn e Staker (2015)⁴².

42 Para saber mais sobre ensino híbrido consulte o capítulo EDUCAÇÃO NA CONTEMPORANEIDADE: APRENDIZAGEM, USO DA TECNOLOGIA E METODOLOGIAS ATIVAS NO AMBIENTE ESCOLAR no volume 1 deste livro.

Figura 1: o ensino híbrido, como um *continuum* presencial-online



Fonte: Horn e Staker (2015)

Segundo Moore (2011, p. 130), quanto às origens do termo *e-learning* não há um consenso, não obstante, há sugestão que o termo, provavelmente, tenha surgido nos anos 80 com a popularização do ensino *online*. Como base teórica para nossa argumentação acerca da conceituação do *e-learning* transcrevemos, abaixo, a concepção de Al-Qahtani (2013) inerente ao tema:

O *e-learning* tem sido definido de diversas maneiras e definições de *e-learning*, aprendizado on-line, aprendizado aprimorado por tecnologia e ensino a distância, muitas vezes se sobrepõem (MOORE *et al.*, 2011). Por exemplo, Urdan e Weggen (2000, p. 11) enfocam a entrega de conteúdo e definem *e-learning* como ‘a entrega de conteúdo através de todas as mídias eletrônicas, incluindo internet, intranets, extranets, transmissão por satélite, áudio/vídeo, TV interativa e CD-ROM’. De acordo com Meyen *et al.* (2002) *e-learning* pode ser definido como a ‘aquisição e uso de conhecimento distribuído e facilitado por meios eletrônicos’, uma definição que se concentra na aquisição de conhecimento. Khan (2005, p. 3) define *e-learning* como ‘uma abordagem inovadora para oferecer um ambiente de aprendizado bem projetado, centrado no aluno, interativo e facilitado para qualquer pessoa, em qualquer lugar e a qualquer momento, utilizando os atributos e recursos de várias tecnologias digitais, juntamente com outras formas de materiais de aprendizagem adequados para um ambiente de aprendizado aberto, flexível e distribuído’. Esta definição inclui perspectivas sobre pedagogia, bem como conteúdo e acesso. (AL-QAHTANI, 2013, p. 221). (Tradução Livre dos Autores).

Mayer (2017) também traz uma discussão sobre o significado do termo *e-learning* sob outra perspectiva. Transcrevemos sua argumentação abaixo:

Aprendizagem assistida pelo computador (AAC) remonta à instrução programada fornecida por meio de computadores *mainframe* nas décadas de 1950 e 1960, mas tem crescido para incluir uma nova geração de AAC que pode ser chamada *e-learning* (Cuban, 1986; Saettler, 1990). *e-learning* é definida como a instrução que é entregue via um dispositivo digital cuja intenção é promover a aprendizagem (CLARK e MAYER, 2016). O dispositivo digital pode ser qualquer dispositivo eletrônico que é controlado por um chip de computador, incluindo um computador desktop, laptop, tablet, smartphone, console de jogos ou dispositivos vestíveis tais como HMD’s. (MAYER, 2017, p. 403).

Leal e Amaral (2004, p. 4) concordam com a definição de Mayer (2017) ao afirmar que “podemos então inferir que a definição de *e-learning* é aprendizagem através do computador, ou aprendizagem eletrônica ou e-aprendizagem”. Leal e Amaral, em seu artigo, discorrem sobre uma definição “forte” e “fraca” para o *e-learning*. A conclusão deles é de que a definição **fraca** é aquela obtida como subconjunto dos 5 (cinco) tipos ou formas diferentes de *e-learning*: “Existem então 5 tipos ou formas diferentes de “*e-learning*”: 1- Ensino online assíncrono; 2- Ensino online com momentos assíncronos; 3- Ensino online misto (online e presencial); 4- Ensino online; e 5- Ensino baseado em computador.” (LEAL e AMARAL, 2004, p. 3-4). Já a definição **forte** é aquela obtida pela reunião de todos os agentes (entidades) que a definição fraca não contempla: “As entidades que a definição fraca não abrange são: o professor; a interatividade; o espaço temporal; o espaço físico; e a Internet.” (LEAL e AMARAL, 2004, p. 3-4). Com esse pensamento complexo os autores enunciam um conceito sobre o *e-learning*:

Então a definição forte de ‘*e-learning*’ é: o processo pelo qual, o aluno aprende através de conteúdos colocados no computador e/ou internet e em que o professor, se existir, está a distância utilizando a internet como meio de comunicação (síncrono ou assíncrono), podendo existir sessões presenciais intermédias. (LEAL e AMARAL, 2004, p. 4).

Baseado na discussão acima, a nossa conclusão é que o conceito de *e-learning* deveria ser utilizado com cautela, uma vez que possa ser alcançado com o uso de computador sem a presença de internet, ou ainda coexistindo com sessões presenciais intermédias. Por conseguinte, *e-learning* não poderia ser classificado como uma modalidade de educação a distância e nem apenas como uma forma de ensino online.

2 Redes, Redes Sociais e Redes de Aprendizagem

2.1 Redes

As redes servem de base à aprendizagem humana bem antes da proliferação da tecnologia que se vê na sociedade atual (SIEMENS, 2008). As redes estão cada vez mais evidentes no mundo contemporâneo. A origem da palavra Rede remonta à Antiguidade, quando Hipócrates, considerado pai da medicina, a associou com a comunicação entre as veias no nosso corpo. A constituição de uma rede pressupõe a interligação entre três ou mais pontos distintos. Posteriormente o telégrafo permitiu a difusão de uma rede de comunicação que permitia a troca de informações, praticamente em tempo real.

De acordo com Koehler (2016), no início do século passado, alguns estudos passaram a considerar as interações entre pares como fator mais importante para a solução de problemas reais em relação a tentativas solitárias de resolução de problemas. Portanto, as interações em rede têm o poder de mudar a maneira como aprendemos e interagimos entre as pessoas. A rede constitui um espaço democrático de pluralidade de ideias e pontos de vista, muitas vezes em torno de um interesse comum (MELARÉ e BARROS, 2009).

O conceito de rede, em uma infraestrutura tecnológica, ou em informática, pode ser entendido como um conjunto de computadores que se interconectam, possibilitando o compartilhamento de informações que permitem que as pessoas se encontrem e se relacionem no espaço online. Para falarmos de espaço online devemos conhecer um pouco do que Pierre Lévy nos ensina, principalmente sobre o conceito de Cyberspaço. Para Machado (2010), Ciberespaço trata-se do campo de imersão das mídias integradas. Esse mesmo autor, ao citar Pierre Lévy, criador do termo, coloca que o ciberespaço será o ponto de convergência e disseminação das comunidades virtuais, das reservas de imagens, de textos e de signos, será o mediador essencial da inteligência coletiva da humanidade; com esse novo suporte de informação e de comunicação emergem gêneros de conhecimento inusitados, critérios de avaliação inéditos para orientar o saber, novos atores na produção e tratamento do conhecimento. Qualquer política de Educação terá que levar isso em conta (MACHADO, 2010).

Antes de entrarmos no assunto redes de aprendizagem devemos conhecer um pouco sobre redes sociais, pois estão intimamente ligadas. A comunicação é um processo entre interlocutores que envolve a troca de informação e compreensão, e pode ocorrer de várias formas.

2.2 Redes Sociais e de Aprendizagem

Quando a comunicação entre pessoas forma uma rede, temos então constituída uma rede social, que é qualquer forma de comunicação entre as pessoas, independente da tecnologia utilizada. A troca de correspondências entre as pessoas é uma forma de interação social, mesmo que utilize tecnologia considerada “analógica”. Graças a essa forma de rede social, muito conhecimento foi trocado. Exemplo disso pode ser visto entre as trocas de correspondência entre o naturalista Alfred Russel Wallace, autor do artigo “Sobre a tendência das variedades de se distanciar indefinidamente do tipo original” que o enviou a Charles Darwin, autor do livro “A Origem das Espécies” através do cientista Charles Lyell, geólogo e cientista proeminente na época. Em seu artigo, Wallace descrevia de maneira simplificada o mecanismo de seleção natural das espécies, muito semelhante aos achados de Darwin que ainda não havia publicado a respeito (HORTA, 2003).

Segundo Siemens (2008), as TDIC são como um novo marco de socialização. Nas sociedades tradicionais, as relações eram circunscritas no espaço e tempo próximo. A proliferação das TDIC sedimentou novas estruturas ao modificar as formas de organização social. O desenvolvimento das TDIC facilitou o compartilhamento de espaços de colaboração e produção, distribuição e agregação de informações em ambientes online de aprendizagem (RENÓ e SILVA, 2018). Dessa forma, com o suporte dado pelas TDIC, pôde-se constituir as redes sociais virtuais que formam a base para as redes de aprendizagem.

As ligações entre indivíduos, por meio de redes sociais, oportunizaram um leque de formas diferentes de aprendizagem no ciberespaço, em crescimento constante e ascendente, com grande interação e construção de conhecimento colaborativo. Aplicativos amplamente utilizados por aprendentes, que dispõem de manuseabilidade facilitada e intuitiva como WhatsApp, Facebook, Instagram, LinkedIn entre outros, fornecem algumas ferramentas que permitem transformá-los em redes de aprendizagem.

A definição de redes de aprendizagem vem se desenvolvendo ao longo das últimas décadas. Conforme Harasin (apud SIEMENS, 2008) redes de aprendizagem são compostas de hardware,

software, linhas de telecomunicações e grupos de pessoas que usam comunicação mediada por computador, para aprender juntos em um tempo, lugar e ritmo que lhes convêm e é apropriado para a tarefa (SILVA *et al.*, 2015). As redes de aprendizagem possuem como característica a promoção de interações e colaborações entre pares, criando um espaço de coaprendizagem entre os seus membros. Essas redes geralmente estão atreladas ao ensino informal, porém, dependendo do *design* instrucional de um curso ou disciplina, elas também podem ser utilizadas no ensino formal.

Atualmente, o acesso a essas redes de aprendizagem está disponível em dispositivos que cabem na palma da mão, tais como os smartphones e tablets, presentes em todos os lugares, muitas vezes no local onde a dúvida ou o questionamento surgem, sendo possível aprender e ressignificar o conhecimento no momento certo (aprendizagem ubíqua). Como afirmam Mechlova e Malcik (2012), o sujeito precisa construir e reconstruir o conhecimento a partir do que faz.

Uma forma em que se pode conduzir o aprendizado formal, valendo-se do uso de redes de aprendizagem, é através do conectivismo⁴³. O conectivismo é um sistema teórico que busca remodelar as práticas que fomentam a aprendizagem suportada por tecnologias digitais. Utilizando-se de ferramentas digitais como navegadores da Web, mecanismos de pesquisa, wikis, fóruns de discussão on-line e redes sociais, o conectivismo representa uma forma atualizada de suportar a aprendizagem baseada na premissa de que o conhecimento existe no mundo e não na cabeça de um indivíduo (WENGER *et al.*, 2002). Desta forma, a interação adequada entre pessoas e máquinas, no *cyberespaço*, faz-se necessária para a construção do conhecimento.

3 Comunidade, Comunidades de Prática, Comunidades de Aprendizagem e Comunidades Virtuais de Aprendizagem

3.1 Comunidade

Comunidade é um termo polissêmico, de natureza complexa, e que tem sido abordado por diferentes disciplinas. Como afirmam Coll e Monereo (2010, p. 270),

temos uma comunidade quando encontramos um conjunto de pessoas que compartilham características ou interesses comuns, que se comunicam para mantê-los e materializá-los; que podem ter um, vários ou nenhum objetivo compartilhado; que desenvolvem por meio de suas atividades e práticas um sentido de identidade; que compartilham regras e acordos implícitos ou explícitos; que muitas vezes também compartilham um território ou espaço geográfico e que desenvolvem estratégias para socializar os novos membros.

É importante frisar que toda comunidade é naturalmente uma rede social. Desse modo, assim como podem se constituir redes sociais virtuais, da mesma forma podemos ter comu-

43 O conectivismo foi discutido no capítulo EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS: CAMINHOS VIÁVEIS (DE CONDUÇÃO) ÀS APRENDIZAGENS no volume 1 deste livro.

nidades virtuais. Nessa perspectiva, uma pessoa pode fazer parte de múltiplas comunidades virtuais, tendo diferentes graus de envolvimento e pertencimento a cada uma delas (COLL e MONEREO, 2010).

3.2 Comunidades de Prática

O conhecimento informal, desde tempos remotos, era transmitido de geração a geração pela prática, lembranças e experiências dos mais velhos aos mais novos pela comunicação. A cada geração, novas práticas e experiências são agregadas ao aprendizado pelo intercâmbio do conhecimento. Esse foco compartilhado, comum para discussão e aprendizado, proporciona um agrupamento auto-organizado de pessoas. Desta forma, se esses elementos forem considerados úteis ao longo do tempo, pode haver uma formalização desse agrupamento para um sistema de intercâmbio. A isso podemos chamar de comunidades de prática: “A comunidade de prática compreende um grupo de indivíduos que trabalham juntos durante um longo período e que, por terem compartilhado práticas, também compartilham experiências ricas (IPIRANGA *et al.*, 2005, p. 5).

O termo comunidade de prática foi cunhado por Etienne Wenger e Jean Lave em 1991 (BRAZ e KATO, 2015). Ele é a base para a Teoria da Aprendizagem Situada ⁴⁴destes autores que, de forma simplista, afirmam que para ocorrer o aprendizado é necessária a presença de 3 entidades: agente, atividade e mundo em que esse agente atua (LAGE, 2013). A compreensão da aprendizagem como participação em comunidades de prática tirou a aprendizagem das garras do individualismo. Para eles, “a aprendizagem se dá de forma situada, como um processo de participação em comunidades de prática, de início como participação legítima periférica, que cresce gradualmente em engajamento e complexidade” (WENGER *et al.*, 2002). Para ser considerada uma comunidade de prática são necessários alguns elementos como apresentam Braz e Kato (2015):

1. Domínio (campo de trabalho ou de interesse): Diz respeito ao que é discutido na comunidade;
2. Comunidade: rede de pessoas que demonstram senso de pertencimento e comprometimento;
3. Prática: conjunto das informações, ferramentas e documentos compartilhados.

A comunidade de prática difere de outras comunidades pois, estas outras podem não ser constituídas por participantes que têm objetivos comuns, ou que negociam significados, ou seja, estruturas organizacionais sem uma prática comum que as sustente (MOURA, 2009). Para efeito comparativo entre uma comunidade de prática e uma rede informal, veja o quadro abaixo adaptado de Rech *et al.* (2013).

44 Para saber mais sobre a teoria da aprendizagem situada, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

Quadro 1: Comunidade de prática e rede informal

GRUPO	OBJETIVO	PARTICIPANTES	COMUM ENTRE MEMBROS	DURAÇÃO
Comunidades de prática	Desenvolvimento das competências dos participantes, geração e troca de conhecimentos	Selecionam-se pelo engajamento	Compromisso e identificação com os conhecimentos especializados do grupo, paixão pelo assunto	Durante o tempo que houver interesse em manter o grupo
Rede informal	Colher e transmitir informações	Amigos e conhecidos	Necessidades mútuas	Enquanto as pessoas tiverem um motivo para manter contato

Fonte: Adaptado de Rech *et al.* (2013, p. 62)

Como um exemplo prático, podemos citar um grupo de educadores em determinada escola. O objetivo comum desses educadores é desenvolver suas competências através da troca de conhecimento e experiências. Participam deste grupo os educadores que apresentam esse interesse específico, autoselecionando desta forma os participantes. Em comum entre esses educadores está a paixão por ensinar e seu compromisso com os alunos, além do respeito mútuo e reconhecimento das competências e habilidades dos demais para contribuir. Através do compartilhamento de ideias, práticas pedagógicas inovadoras e reflexões da prática em sala de aula, este grupo constitui uma verdadeira comunidade de prática.

Segundo Coll *et al.* (2010, p. 271), a associação do conceito de comunidades de prática a projetos educacionais permite aproximar a experiência escolar da vida cotidiana em pelo menos 3 dimensões:

A primeira, interna da escola ou da sala de aula, aponta para a possibilidade de criar “experiências de aprendizagem na prática” por meio da participação em comunidades sobre temas associados aos conteúdos curriculares (a comunidade de biologia, de química, de fotografia etc.). A segunda, que se refere à relação da escola com o ambiente, advoga em favor de vincular as experiências dos estudantes com as práticas reais mediante formas periféricas de participação em comunidades que estejam fora das paredes da escola. E a terceira, relacionada com a satisfação das necessidades de aprendizagem ao longo da vida, sugere a conveniência de promover a organização de comunidades de prática que, fora dos períodos escolares iniciais e comuns, concentrem-se em temas ou tópicos de interesse para os estudantes. Comprova-se, segundo essa perspectiva, que a escola não é um mundo isolado, fechado, no qual os estudantes adquirem o conhecimento que aplicarão fora, mas que faz parte de um sistema mais amplo de aprendizagem.

O termo comunidade de prática, quando criado, não previa sua utilização através da internet. Apesar de seu conceito implicar relações de proximidade entre os membros, isso não necessariamente significa estar próximo fisicamente. As tecnologias permitem que essa proximidade se dê dentro do ciberespaço, organizadas virtualmente (FERREIRA e SILVA, 2014). Assim, em uma sociedade onde a interação é cada vez mais proporcionada pelas redes sociais virtuais através

das novas tecnologias, ocorre a virtualização de algumas comunidades de prática. O termo comunidade de prática online (comunidade virtual de prática) pode ser considerado uma adaptação ao ambiente online do conceito de comunidades de prática (WILBERT e DANDOLINI, 2017).

3.3 Comunidades de Aprendizagem

Uma comunidade de aprendizagem pode ser definida como um grupo de pessoas que aprendem de forma colaborativa, podendo ou não ser conduzidas por esse processo de modo a alcançar certos objetivos de aprendizagem, e que desenvolvem um sistema comum de critérios para a avaliação de ideias (COLL *et al.*, 2010). Carneiro e Barbosa (2018, p. 52) esclarecem que “a interação social, além de fonte para o compartilhamento de informações, torna-se fonte de colaboração de conhecimento, ocorrendo desta forma, conflitos intelectuais”. A partir destas inquietudes, novos conhecimentos são gerados e compartilhados. Nesse caso, não se trata de autoaprendizagem, mas da aprendizagem mediada por uma comunidade que motiva, esclarece, orienta, questiona.

As comunidades de aprendizagem constituem um movimento que defende uma profunda reorganização da educação formal, propondo uma revisão sobre seus objetivos e conteúdos (o quê), seus métodos pedagógicos (como), seus agentes educacionais (quem), seus cenários educacionais (onde) e as finalidades da educação (para quê) (COLL *et al.*, 2010). Desse modo, podemos estabelecer três tipos de comunidades de aprendizagem: 1) salas de aula organizadas como comunidades de aprendizagem; 2) instituições educacionais organizadas como comunidades de aprendizagem e 3) as comunidades de aprendizagem como instrumento de desenvolvimento social e comunitário (COLL *et al.*, 2010).

Nas salas de aula organizadas como comunidades de aprendizagem encontramos dois papéis, o dos professores e o dos alunos. Através de uma cultura de aprendizagem (BIELACZYC e COLLINS, 1999) os alunos colaboram entre si, construindo um conhecimento coletivo em um processo conduzido pelo professor. O professor, por sua vez, propõe atividades socialmente e culturalmente relevantes e propõe questionamentos contextualizados. Nas instituições educacionais como comunidades de aprendizagem impera a cultura da aprendizagem reformando os currículos, a estrutura hierárquica e burocrática, a utilização dos recursos, e a mentalidade de todos os seus membros. As atividades passam a ser transdisciplinares, focadas no questionamento e na pesquisa relevante e se projetam na comunidade.

Nas comunidades de aprendizagem, como instrumento de desenvolvimento social e comunitário, agrupamos as iniciativas voltadas ao desenvolvimento social e econômico da comunidade. Essas iniciativas defendem a participação de atores públicos e privados comunitários na organização das comunidades de aprendizagem reconhecendo e utilizando os recursos comunitários à serviço da aprendizagem. Elas estimulam o processo de formação contínua ao longo da vida, abraçando a aprendizagem formal, não formal e informal, podendo impactar em todas as dimensões da vida dos moradores de uma comunidade (COLL *et al.*, 2010).

Segundo Coll *et al.* (2010, p. 273), podemos destacar 3 traços característicos das comunidades de aprendizagem:

Em primeiro lugar, as comunidades de aprendizagem refletem uma tendência a procurar alternativas para as limitações e carências da educação escolar, pro-

movendo, com este fim, uma articulação maior com outros cenários e com outros tipos de práticas educacionais. As salas de aula como comunidades de aprendizagem, por exemplo, refletem este traço na seleção de atividades de aprendizagem autênticas e culturalmente relevantes, na tentativa de conseguir o envolvimento dos pais e de outros agentes sociais e comunitários na atividade escolar, e no uso de outros espaços e recursos além da sala de aula e da escola. Em segundo lugar, os três tipos de comunidades de aprendizagem descritos sugerem alternativas concretas para a organização e funcionamento dos sistemas educacionais atuais. Quanto às salas de aula, são propostas práticas docentes afastadas das tradicionais e são oferecidos exemplos concretos de como os alunos podem desenvolver aprendizagens significativas e culturalmente relevantes; quanto às escolas organizadas como comunidades de aprendizagem, são utilizados os itinerários curriculares diversos e flexíveis, são sugeridas organizações grupais com critérios mais amplos e complexos, como a experiência, a perícia ou a preferência por certas áreas temáticas; e quanto às comunidades de prática como instrumentos de desenvolvimento social, são gerados modelos baseados na corresponsabilidade e no comprometimento dos agentes sociais e comunitários. E em terceiro e último lugar, de uma forma ou de outra, e em maior ou menor grau, dependendo do caso, os três tipos de comunidades de aprendizagem podem ser considerados tributários de enfoques e pressupostos sobre aprendizagem de natureza construtivista, ou, no mínimo compatíveis com o construtivismo.

Apesar de sua abordagem voltada para a aprendizagem, é importante salientar que uma comunidade de prática não é necessariamente uma comunidade de aprendizagem. Para saber mais sobre as ideias construtivistas consulte o capítulo Teorias da aprendizagem como base para o uso de comunidades virtuais de aprendizagem, simuladores, sistemas tutoriais inteligentes, robótica e jogos digitais.

3.4 Comunidades Virtuais de Aprendizagem

É inquestionável que o uso de dispositivos digitais e tecnologias tende a potencializar novas formas de aprendizagem, gerando reflexões no ensino por meio do compartilhamento de ideias através da aprendizagem colaborativa. O comportamento do indivíduo para adquirir conhecimento está vinculado a algumas teorias de aprendizagem. De um modo simplificado, podemos destacar as seguintes teorias da aprendizagem, conforme bem coloca Gadotti (2007): 1) Lev Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal e 2) Albert Bandura e a Aprendizagem Vicariante. Essas teorias trazem o arcabouço geral necessário ao uso das redes de aprendizagem.

Em um ambiente de aprendizado colaborativo (SONG *et al.*, 2012), os aprendentes não são mais “receptores passivos, mas exploradores ativos em seu processo de aquisição de conhecimento”, participativos, autogerenciados e tendem a compartilhar informações com seus pares. Podemos afirmar que o principal pilar da aprendizagem colaborativa é a participação ativa dos membros. Isso é possível porque a interdisciplinaridade, gerada através do engajamento dos participantes, pode fomentar novas descobertas a partir de retroalimentações e apoios. Essa dinâmica aperfeiçoa as práticas de aprendizagem. Para um melhor entendimento, devemos conhecer as diferenças entre aprendizagem colaborativa e aprendizagem cooperativa.

A aprendizagem cooperativa baseia-se em um processo de divisão de trabalho entre os participantes. É uma espécie de trabalho onde cada um realiza uma parte do trabalho e posteriormente ocorre a junção dessas partes em um trabalho único e maior. Como um trabalho de escola, onde cada aluno escreve uma parte do trabalho e depois, na junção de cada parte, temos o trabalho realizado. Já na aprendizagem colaborativa todos os componentes se unem em torno de um trabalho comum em que a participação de todos contribui para o aprendizado. Utilizando o exemplo acima do trabalho de escola, é como se todos participassem da escrita de todas as partes do trabalho, discutindo o que deveria ser colocado em cada parte. Ao invés de uma construção fragmentada como uma colcha de retalhos (cooperativo), uma construção única onde todos os integrantes do grupo participaram da elaboração de todas as partes do trabalho (colaborativo), conforme corroboram Coll e Monereo (2010).

Para alguns autores como Rezagholilalani e Ibrahim (2017), a aprendizagem colaborativa é uma abordagem educacional que enfatiza os esforços ativos e coletivos de participação e interação por parte dos aprendentes e do instrutor, principalmente pela comunicação via internet, dentro de um novo paradigma educacional. Para eles, o foco da aprendizagem interativa é centrado no aprendente, tendo em vista que os trabalhos são normalmente feitos em grupos que interagem para atingir um mesmo objetivo. Já para Adedoyin *et al.* (2018), Alvarado *et al.* (2016); Webb *et al.* (2018), a aprendizagem colaborativa refere-se a tarefas que exigem esforços intelectuais ativos entre os grupos e em conjunto com objetivos de aprendizagem compartilhados, propícios para ocorrer em redes. Portanto, implica em uma filosofia pessoal, não apenas em uma técnica de sala de aula.

As comunidades virtuais de aprendizagem podem ser definidas como comunidades virtuais cujo objetivo é a aprendizagem, onde seus membros desenvolvem estratégias, planos, atividades e papéis específicos para alcançar tal objetivo (COLL *et al.*, 2010). É importante notar que toda comunidade virtual de aprendizagem representa uma rede de aprendizagem, pois toda comunidade é inicialmente uma rede. Segundo Coll *et al.* (2010, p. 277),

[...] as comunidades virtuais de aprendizagem diferem significativamente entre si em função das características de seus membros – comunidades virtuais de aprendizagem para profissionais, para docentes em formação, para trabalhadores de empresas etc.-; do contexto institucional no qual estão imersas – comunidades virtuais de aprendizagem em corporações ou empresas, em instituições educacionais de caráter presencial, semipresencial ou completamente a distância, em organizações educacionais formais ou informais etc. -; do alcance institucional – comunidades virtuais de aprendizagem abrangendo uma escola em seu conjunto ou apenas em um nível educacional, um grau de ensino, um curso, uma turma etc. -; do nível educacional – desde comunidades virtuais de aprendizagem em escolas ou salas de aula do ensino fundamental até universidades virtuais -; da natureza do conteúdo – comunidades virtuais de aprendizagem para o ensino de matemática, de ciências, de biologia, de leitura, de escrita etc. -; da natureza da atividade e da sua temporalidade etc.

As comunidades virtuais de aprendizagem podem envolver para comunidades virtuais de participação e posteriormente para comunidades virtuais de interesse; ou vice-versa, nessa mesma sequência. Uma comunidade virtual de interesse representa uma comunidade virtual que se forma em torno de interesse em comum por um tema, um acontecimento, um fenômeno

etc. Segundo Coll *et. al.* (2010, p. 275) “o interesse deve ser entendido como interesse por ter acesso a outros”. Nas comunidades virtuais de interesse, seus membros compartilham informações atualizadas sobre o objeto de interesse, podendo inclusive se ajudar e trocar experiências. Essas comunidades geram uma sensação de pertencimento a seus membros e não necessariamente estão envolvidas com qualquer processo de aprendizagem. Uma comunidade virtual de participação representa uma comunidade virtual que se forma em torno de uma prática específica, como um grupo de profissionais que trabalham colaborativamente para solucionar algum problema. Segundo Coll *et. al.* (2010, p. 275) “o objetivo concreto dos participantes consiste em participar e se envolver”. As comunidades virtuais de participação geram uma sensação de responsabilidade coletiva na busca por atingir determinado objetivo e diferem conceitualmente das comunidades virtuais de prática.

É importante lembrar que a filiação dos indivíduos a um determinado tipo de comunidade virtual (de interesse, de participação, de prática ou de aprendizagem) geralmente é espontânea, podendo também ser compulsória dependendo da ocasião. A filiação a um ou a outro tipo de comunidade virtual dependerá sempre da necessidade versus disponibilidade e/ou interesse de um indivíduo.

4 Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA)

Para auxiliar a criação das comunidades virtuais (de aprendizagem ou não) foram disponibilizados na internet diversos *softwares* de agregação que podiam ser acessados pelos membros destas comunidades em um espaço chamado ambiente digital. O espaço utilizado por *softwares*, com viés educacional, foi denominado ambiente digital de aprendizagem, que conforme Almeida (2003):

Ambientes digitais de aprendizagem são sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções tendo em vista atingir determinados objetivos. As atividades se desenvolvem no tempo, ritmo de trabalho e espaço em que cada participante se localiza, de acordo com uma intencionalidade explícita e um planejamento prévio denominado design educacional. (ALMEIDA, 2003. p. 331).

Com o avanço tecnológico voltado para a aprendizagem, iniciou-se o desenvolvimento de *softwares* que trouxeram à tona um viés educacional baseado em discussões técnicas para o desenvolvimento de ferramentas a serem utilizadas com base nas teorias de aprendizagem vigentes. Esses *softwares* trouxeram consigo a possibilidade de transformar determinados ambientes digitais, disponibilizando diversas ferramentas de suporte e gestão do ensino e organização de conteúdo, surgindo assim, os sistemas de apoio às comunidades virtuais de aprendizagem. No geral, a literatura em inglês usa diversas siglas para representar esse tipo de sistema de apoio: VLE (Virtual Learning Environment), LMS (Learning Management System), CMS (content management system), LCMS (learning content management system), MLE (managed learning environment), MVLE (managed virtual learning environment), LSS (learning support

system), OLC (online learning centre), LP (learning platform), PLE (personal learning environment), POLS (personal online learning space), por vezes de forma intercambiável e por vezes com significados diferentes.

No Brasil, os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA's) conquistaram espaço no cotidiano dos educadores virtuais, em substituição aos ambientes digitais de aprendizagem, pelo fato de possibilitarem fácil manuseio e controle de aulas, discussões, apresentações, enfim, atividades educacionais tipicamente presenciais, porém, de forma virtual. O AVA no Brasil seria equivalente ao que representam o VLE e o LMS no exterior.

Existem diversos programas disponíveis que podem ser usados na gestão de cursos em ambientes virtuais de aprendizagem. Alguns tem ônus monetário, como o Blackboard, todavia, há também gratuitos denominados *softwares* de código de fonte aberto, como o Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning). O Moodle tornou-se muito popular entre os educadores de todo o mundo como uma ferramenta online para criar sites dinâmicos para gerenciar e promover o aprendizado de seus aprendentes e é utilizado, no Brasil, em todas as Instituições de Ensino Superior (IES) públicas, sendo na Universidade Aberta do Brasil (UAB) a plataforma oficial para Educação on-line.

No decorrer do processo educacional on-line, o sistema de gestão educacional virtual adquiriu forte presença metodológica, didática e técnica advindas dos docentes que buscaram aperfeiçoar o AVA. Consequentemente, foi possível a abertura de novas perspectivas relacionadas à educação, surgindo assim o Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA). O AVEA é uma nomenclatura mais ampla do que o AVA, haja vista que compreende ações específicas do ensino, necessárias à aprendizagem virtual, conforme De Nardin (2009):

A denominação AVEA é mais abrangente do que a terminologia Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), visto que compreende e abrange as ações de ensino necessárias à aprendizagem, ou seja, enfatiza e valoriza o papel do professor em organizar, planejar, implementar e avaliar as atividades didáticas no ambiente. Desse modo, consideramos a ação diretiva docente imprescindível, pois as ações de ensinar-aprender apresentam-se como intimamente associadas. (DE NARDIN, 2009, p. 2).

Portanto, a diferença entre um AVA e um AVEA não reside na operacionalidade ou na incrementação tecnológica do ambiente, mas na vinculação intencional do ensino à aprendizagem. Essa inclusão do docente no ambiente virtual, interagindo diretamente com o discente, possibilita a organização e a disponibilização de conteúdos em vários formatos, a interação, a interatividade em torno dos materiais didáticos e das ferramentas, além das atividades de colaboração e extraclasse, constituindo-se em mediadores tecnológicos das situações de ensino-aprendizagem. Conforme observou De Nardin (2009):

Assim, a diferença entre um AVA e um AVEA não se resume aos aspectos operacionais ou tecnológicos e sim nas potencialidades do ambiente para a comunicação e interação em um contexto em que a aprendizagem está vinculada ao ensino, e este se caracteriza pela intencionalidade pedagógica e por constituir-se em um processo sistemático, organizado e institucional/formal. Logo, é em torno de tais características do ensino que reside a diferenciação. (DE NARDIN, 2009, p. 2).

Desta forma, a inclusão do AVEA no contexto educacional não implica, necessariamente, novas práticas escolares (DE NARDIN, 2009, p.1), sendo primordial que os docentes, ao realizarem a curadoria de dados no processo de ensino-aprendizagem mediado em um AVEA, estejam constantemente em busca de atualizar-se e aperfeiçoar-se com relação a esse assunto, almejando explorar ao máximo seu potencial tecnológico e educacional, desafiando-se quanto à construção epistemológica pessoal. É importante ter em mente que o ensino através de um AVEA não deve ser uma replicação da sala de aula tradicional no mundo virtual.

5 O papel do educador nas Comunidades Virtuais de Aprendizagem

Vivemos em uma sociedade de redes e de movimentos, uma sociedade de múltiplas oportunidades de aprendizagem, chamada de “sociedade aprendente”, na qual as consequências para a escola, para o educador e para a educação em geral são enormes. A contemporaneidade exige uma educação dialogada e participativa. As competências tradicionais de um educador, como domínio do conteúdo, aplicação de avaliações de processo ou de resultado e a didática em sala de aula, ainda são essenciais, porém, há necessidade de incorporação de novas habilidades, atitudes e valores que atendam as demandas da vida cotidiana e da evolução tecnológica (GADOTTI, 2007).

Colocar o aprendente no centro, como protagonista é um grande desafio na educação. Diante de tantas mudanças na comunicação em virtude dos avanços tecnológicos, o aprendente, com o qual o professor lida todos os dias, já tem uma ótica completamente distinta dos aprendentes das décadas passadas. O conhecimento não é mais um bem restrito ao educador. O aprendente não é um livro em branco onde o educador tem o papel de escrever seus capítulos de conhecimento (CSIKSZENTMIHALYI, 1999). Desse modo, o educador precisa deixar de ser um lecionador para se tornar um organizador do conhecimento e da aprendizagem. Ele deverá assumir um papel de aprendiz permanente, um construtor de sentidos, um colaborador.

A busca pelo conhecimento deve ser algo prazeroso, que instigue, prenda o interesse. Cada pessoa transforma informação em conhecimento de uma forma muito peculiar e única. Durante a formação do conhecimento, uma cadeia de perguntas e respostas geram mais perguntas, entrelaçadas em novas respostas, que criam um caminho, às vezes longo, rumo ao conhecimento. Esse caminho passa por diversos locais, momentos e até mesmo dispositivos e tecnologias. Descobrir esse caminho da consolidação do conhecimento cabe ao aprendente.

Ao educador compete dar sentido ao conhecimento. Contudo, a complexidade desse caminho pode ter um significado negativo, dependendo da forma como é apresentada. A aprendizagem deve ser apresentada de forma positiva ao aprendente. Quanto mais prazeroso e desafiador, maior a possibilidade de uma imersão na concentração e vontade de buscar soluções, potencializando o aprendizado. Para tentar levar o aprendente a um estado de quase nirvana em busca do conhecimento é preciso que o educador conheça os diversos caminhos das estradas da aprendizagem.

Por mais que os materiais disponibilizados sejam atraentes, a interação com outras perspectivas, o reconhecimento de diferentes pontos de vista e o questionamento crítico das ideias devem ser estimulados. O educador tem papel fundamental como mediador desta pluralidade de opiniões e ideias.

Como educadores, devemos levar em conta outras ciências e considerar o conhecimento que elas nos fornecem do comportamento e da mente humana como ferramentas para promover o aprendizado. Entre diversas ferramentas disponíveis podemos citar algumas da área da Psicologia, entre elas, pesquisadores como Mihaly e sua definição de aprendizagem *Flow* (MORAES, 2016). Segundo o autor, o estado *flow* é atingido quando nos sentimos completamente envolvidos no que estamos fazendo, com foco e concentração. Uma motivação intrínseca, um sentimento de quase êxtase, um estado de espírito, quando a consciência reúne ao mesmo tempo alta motivação, concentração profunda, satisfação e alto desempenho. Para ele, sempre que o objetivo é melhorar a qualidade de vida, a teoria do *flow* pode apontar o caminho. Isso inclui a aprendizagem.

Descobrir e identificar os modos de usar a ferramenta educacional adequada nas comunidades de aprendizagem, para levar os aprendentes a um estado onde a concentração é tão intensa que não sobra nenhuma atenção para pensar em algo irrelevante, ou para se preocupar com problemas, parece ser a grande questão. Induzir o aprendente a um estado onde o sentido do tempo torne-se distorcido por estar extremamente envolvido em uma atividade que produz tais experiências é muito gratificante, e as pessoas estão dispostas a fazer isso por si mesmas, mesmo quando for difícil ou complexo; e essa será a grande evolução das ferramentas de aprendizagem.

O problema é que a escolha de qual ferramenta utilizar cabe ao educador. Ainda estamos em um tempo de lógica invertida. A escolha da ferramenta e caminho de aprendizagem deveriam partir de quem está aprendendo, pois não adianta ter disponível toda uma variedade tecnológica se não compreendermos a individualidade de cada aprendente. A individualidade, atrelada ao processo de aprendizagem, tem relação direta com os estilos de aprendizagem. Estilo de aprendizagem pode ser conceituado como “uma forma individual, natural, habitual e preferida de absorver, processar, e reter novas informações e habilidades” (REID, 1995, p. 8).

É importante distinguir estilos de aprendizagem de estratégias de aprendizagem que são técnicas aprendidas e que os estudantes conscientemente escolhem aplicar uma ou outra em dada situação de aprendizado (OXFORD, 1990). A compatibilidade entre o estilo de aprendizagem do aprendente e o estilo instrucional (a forma como o conteúdo é disposto, organizado e avaliado) do tutor representa um fator de grande relevância no processo de aprendizagem (DUNN e GRIGGS, 1995).

A criatividade para formular problemas e criar soluções, com base no conhecimento de diferentes áreas, com conteúdo contextualizado na realidade local do aprendente e da escola, fazem parte dos novos desafios do educador. A capacidade de utilizar ferramentas e técnicas de ensino no mundo digital também exige novas competências para os docentes. Mudanças significativas ocorreram na forma de se expressar introduzidas por uma geração de nativos digitais, também chamados de *zapiens*.

Da mesma forma, também ocorreram mudanças no modo de absorver os conhecimentos, e os educadores devem buscar reestruturar a sua prática educativa.

6 O modelo CAIA: proposta de estrutura teórica para a criação de ambientes de aprendizagem eficazes

A constante mudança da sociedade tem sido um dos maiores desafios da Educação, de forma a poder dar resposta a um número cada vez maior de demandas, crescentes e mais complexas. Este *educational gap* (DE CORTE *et al.*, 2004, p. 366), tem levado os agentes educativos a alterações nos seus processos, nomeadamente pela aposta em novas competências de literacia, transversais a todas as áreas do saber. Nesta senda, um dos focos tem sido o de desenhar e colocar em prática modelos de ambientes de aprendizagem que promovam estas competências e valores (OECD, 2017).

Nesta secção, abordaremos, primeiramente, o desenhar de ambientes de aprendizagem, introduzindo um modelo teórico, apresentado por Erik de Corte (2004), integrado e holístico, na sua natureza, referenciando experiências concretas da sua implementação (DE CORTE *et al.*, 2004; DE CORTE, 2016; MASUI e DE CORTE, 1999; SINAKOU *et al.*, 2019; ÖZEREM e AKKOYUNLU, 2015) e apresentando pistas sobre a integração de tecnologias educativas no mesmo.

6.1 Ambientes de Aprendizagem Eficazes

Não havendo receitas universais para o que poderá significar um modelo único de ambiente de aprendizagem eficaz, baseamo-nos no atual entendimento das competências a serem dominadas pelos cidadãos do século XXI, e das características de uma aprendizagem eficaz, para sugerir, através da sua combinação e interação, um modelo teórico.

São quatro as competências de *high literacy* (DE CORTE *et al.*, 2004, p. 366), nascidas da emergente necessidade de dar resposta a realidades profissionais e sociais cada vez mais exigentes. São elas, o pensar de forma crítica, o resolver problemas complexos, a autorregulação da aprendizagem e as competências comunicativas (DE CORTE *et al.*, 2004; DUMONT *et al.*, 2010; MASUI e DE CORTE, 1999).

Por seu turno, as características assumidas de uma aprendizagem eficaz é que a mesma seja construtiva, cumulativa, autorregulada, orientada por objetivos, situada, colaborativa e individualizada nos processos de construção de sentido e de conhecimento (DE CORTE *et al.*, 2004; DE CORTE, 2014).

Todo e qualquer ambiente de aprendizagem que se deseje eficaz, deve, assim sendo, considerar estas competências e estas características de aprendizagem, retirando o melhor partido de todas elas, de forma integrada. Do ponto de vista teórico, a literatura recente aponta para que qualquer modelo abarque quatro componentes fundamentais: conteúdos, métodos de ensino, sequência das tarefas de aprendizagem e contexto social das estratégias de aprendizagem (DE CORTE *et al.*, 2004).

6.2 O Modelo CAIA

A partir das características enumeradas acima, apresentamos o Modelo CAIA, acrônimo representando as quatro componentes fundamentais: *Competência* – componentes de competência numa área científica; *Aprendizagem* – Características de um processo de aprendizagem efetivo; *Intervenção* – os princípios e métodos que guiam o desenho do ambiente; *Avaliação* – formas de avaliação para monitoramento e melhoria do ensino e da aprendizagem (DE CORTE *et al.*, 2014).

Competência

Adentro deste modelo, a aquisição de conhecimentos e competências em qualquer domínio requer componentes cognitivos e conativos. Estes podem ser explanadas em cinco categorias.

1. Conhecimentos relativos à área científica em estudo, os seus factos, símbolos, conceitos e regras;
2. Métodos heurísticos, como estratégia de análise e transformação de problemas, induzindo a aproximações sistemáticas às tarefas a desempenhar;
3. Metaconhecimento, ou seja, a capacidade conhecer o nosso próprio funcionamento, tanto ao nível cognitivo, como ao nível motivacional e emocional;
4. Competências de autorregulação, mais uma vez em termos da capacidade de gerir os seus próprios processos cognitivos de aprendizagem, mas também os processos emocionais e volitivos;
5. Crenças positivas em relação às suas próprias capacidades e limitações, assim como em relação à área de estudo.

Em um texto mais recente, e apontando mais diretamente para um público universitário, De Corte (2014), refere-se a competências adaptativas, neste ponto, muito focadas nos processos de autorregulação, enfatizando o papel do professor como guia da aprendizagem do aprendente.

Apenas o domínio integrado destes componentes garante o sucesso educativo. Além, naturalmente, dos aspetos mais tradicionais referidos nos três primeiros pontos, a abordagem mais individualizada (centrada no aluno) e ao mesmo tempo holística (aluno como ser humano) que os dois últimos pontos colocam em destaque, são pontos centrais deste modelo e terão repercussões no restante dos componentes a apresentar.

Aprendizagem

Embora não estejam absolutamente cristalizadas, há seis características fundamentais que promovem uma aprendizagem produtiva e eficaz (DE CORTE *et al.*, 2004; OECD, 2017). Estas devem funcionar como guia, em um modelo teórico desta natureza.

1. Ativa/construtiva: assente na reorganização das estruturas mentais dos alunos, já anteriormente adquiridas, em interação com o ambiente;
2. Cumulativa: a importância do conhecimento prévio, informal ou formal, dos alunos;

3. Autorregulada: os alunos gerem e monitoram os seus próprios processos de construção de conhecimento e aquisição de competências. Desta forma, tornam-se mais autônomos;
4. Orientada por objetivos: este modelo de aprendizagem prevê a explícita consciência e orientação em função a um objetivo, que pode, inclusivamente, muitas vezes, ser definido pelo próprio;
5. Situada e colaborativa: a aprendizagem é entendida como atividade interativa entre o indivíduo e o seu contexto físico, social e cultural. A tecnologia desempenha, neste quesito, papel cada vez mais fundamental como mediadora entre o aluno e o seu meio;
6. Individualmente diferenciada: naturalmente, cada aluno possui a sua individualidade, o que leva a processos e resultados diferenciados, mesmo que ante os mesmos estímulos. Uma aprendizagem produtiva deve ter estas diferenças individuais em conta.

Intervenção

Este componente acaba por ser fundamental, na medida em que corresponde, por assim dizer, à materialização e estratégias de concretização dos preceitos definidos nos pontos anteriores, demonstrando a interligação entre todas as partes deste modelo (DE CORTE *et al.*, 2004). São seis as orientações fundamentais para os intervenientes no processo educativo:

1. Os ambientes de aprendizagem devem promover processos de aquisição ativos e construtivos nos alunos. Contudo, isso não limita, pelo contrário, o papel de professoras, colegas ou médias instrucionais. O equilíbrio entre todos estes agentes, entre a auto-descoberta e a orientação é fundamental para o sucesso na aprendizagem;
2. Os ambientes de aprendizagem devem propiciar estratégias de autorregulação, significando que as medidas de regulação externa devem ser removidas, gradualmente, ao longo da formação dos aprendentes, de forma que se sintam cada vez mais seguros nessa tarefa;
3. Os ambientes de aprendizagem devem tentar proporcionar experiências com ligação à vida real do aprendente, com sentido pessoal para eles. As competências e conhecimentos adquiridos devem ter correspondência em situações futuras, fora do contexto de aprendizagem;
4. Os ambientes de aprendizagem devem criar oportunidades de adquirir competências gerais ao nível métodos heurísticos, metaconhecimento e competências auto-regulatórias, de forma a que estas competências possam ser transponíveis em diversas áreas do conhecimento (DE CORTE, 2014);
5. Os ambientes de aprendizagem devem criar um clima que estimule os alunos a explicitar e a refletir sobre as suas próprias práticas de aprendizagem, seja com colegas, seja com educadores;
6. Os ambientes de aprendizagem devem ter em conta as diferenças individuais entre os aprendentes. Para tal, deve haver uma adaptação e flexibilização entre auto-regulação e regulação externa.

Avaliação

De forma a garantir um modelo equilibrado e integrado, a avaliação também deve ser estruturada pelos mesmos princípios (DE CORTE *et al.*, 2004; SEGERS *et al.*, 1999) já aqui apresentados, devendo cumprir as seguintes recomendações:

1. Os instrumentos de avaliação devem incidir sobre o progresso dos alunos e sobre os diferentes tipos de conhecimentos, competências e crenças anteriormente avançados;
2. Os instrumentos de avaliação devem providenciar retorno diagnóstico aos aprendentes e não apenas sobre os seus resultados, assim como informar sobre processos e estratégias de aprendizagem;
3. Os instrumentos de avaliação devem também ser significativos para o aprendente, oferecendo oportunidades para autorregulação e trabalho colaborativo;
4. As práticas de avaliação devem ajudar os alunos a desenvolver competências de autoavaliação, individualmente e em grupo.

6.3 Aplicação do Modelo e Integração de Tecnologias Educativas

O modelo acima descrito foi aplicado e testado em vários contextos. Desde alunos dos primeiros anos de escolaridade (DE CORTE *et al.*, 2004), a alunos universitários (DE CORTE, 2014), passando por experiências em domínios particulares, das ciências humanas às exatas (SINAKOU *et al.*, 2019; ÖZEREM e AKKOYUNLU, 2015).

Em todas estas experiências, os resultados foram amplamente positivos. Nos casos em que o compromisso dos agentes educativos, sobretudo dos professores, foi maior, adaptando as suas práticas aos princípios deste modelo CAIA, os aprendentes revelaram: a) maior metacognição; b) melhor controle das emoções; c) maior domínio dos processos de construção de conhecimento; e d) a capacidade de transferência destas competências para outros ambientes. Como resultado, a médio prazo, estes alunos obtiveram melhores resultados académicos e carreiras académicas mais longas (DE CORTE, 2014).

Falta ainda, contudo, avaliar de forma sistemática a implementação deste modelo em contextos mediados e/ou fortemente influenciados pelas tecnologias educativas. Ainda assim, as pistas que a literatura nos concede são vastamente interessantes (HUANG *et al.*, 2019), pela importância e utilidade que as tecnologias educativas trazem em termos de motivação (JONES, 2020), autorregulação (BROADBENT *et al.*, 2020), transferência de conhecimento (DOHN *et al.*, 2020) e diferenças individuais na aprendizagem (ANTONENKO *et al.*, 2020).

Considerações Finais

Como Bauman (2001) nos lembra, a velocidade das modificações atuais está tão grande que podemos nos referir como uma modernidade líquida. A velocidade na evolução das tecnologias, em tão curto espaço de tempo, produziu uma geração de adultos que possui pouca inti-

midade com as tecnologias, ao mesmo tempo que permite um aprimoramento do conhecimento jamais visto antes.

Como as informações atualmente estão mais disponíveis sob outras formas de apresentação que requerem o uso de algum tipo de tecnologia, isto tem afetado diretamente o processo de ensino e perdurará por algum tempo. A longo prazo, essa geração analógica será substituída pela geração digital, contudo, não podemos simplesmente ignorar sua existência, sua necessidade e seu modo de aprendizado.

A geração sucessora passará por problemas semelhantes quando for sua hora, guardadas as devidas proporções, posto que as evoluções tecnológicas são constantes e rápidas o suficiente para não serem absorvidas na velocidade desejada. Isso é um processo contínuo e necessário. E a tendência é um encurtamento desse tempo de evoluções. A demora em aceitar e encarar essas mudanças é fator decisivo para ser considerado defasado tecnologicamente perante os pares.

Um problema comum é encarar essa parcela de aprendentes “analógicos” de uma forma generalizada, comparando os adultos aos jovens nativos digitais, acreditando que o aprendizado entre os diversos meios tecnológicos ocorre por si só e de maneira natural entre todas as pessoas. Mas como existem individualidades entre as pessoas, alguns adultos apresentam dificuldades em se relacionar com as tecnologias, enquanto outros possuem grande facilidade.

Desta forma, um novo verbete foi criado para designar as pessoas de qualquer idade, mas que são antenadas com as tecnologias. É a chamada *perennials*, ou população atemporal, que é um contraponto à tendência de classificação das pessoas por gerações, como geração Y, ou *millenials*. Os *perennials* não são considerados como uma geração, mas sim como pessoas que demonstram grande capacidade de mudança e resiliência perante as transformações em seu ambiente. A educação de adultos compreende, portanto, o desenvolvimento e transformação do *self*.

Em suma, não são as ferramentas que proporcionam conhecimento, e sim a forma como são utilizadas para favorecer o aprendizado de um modo que desperte a vontade de buscar o conhecimento pelo aprendente. Neste contexto, o docente deve estar familiarizado com elas (aprender a aprender, para orientar o aprender) visando proporcionar um aprendizado significativo e efetivo ao aluno.

Referências

ADEDOYIN, A. et al. **Development of a Web-based University Collaborative Tool for Effective Distributed Learning** *African Journal of Computing & ICT Reference Format: Adeyinka Adedoyin*. [s.l: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://afrcict.net>>. Acesso em 18 de maio de 2021.

ALHEIT, P.; DAUSIEN, B. Processo de formação e aprendizagens ao longo da vida. **Educação e Pesquisa**, v. 32, n. 1, p. 177–197, abr. 2006.

ALMEIDA, M. E. B. DE. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, v. 29, n. 2, p. 327–340, dez. 2003.

AL-QAHTANI, A. A. Y.; HIGGINS, S. E. Effects of traditional, blended and e-learning on students' achievement in higher education. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 29, n. 3, p. 220–234, 2013.

ALVARADO, J. V.; ALFARO, A. F.; RIVAS, M. C.; RODRÍGUEZ, C. G. **Collaborative logical framework: An e-learning assesment tool in. LRN platform**. 2016 XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO), 2016. DOI: 10.1109/LACLO.2016.7751748.

ANTONENKO, P. D.; DAWSON, K.; CHENG, L.; WANG, J. Using Technology to Address Individual Differences in Learning. In Bishop, M.J.; Boling, E.; Elen, J.; Svihla, V. **Handbook of Research in Educational Communications and Technology - Learning Design** (pp. 99-114). Cham: Springer, 2020.

BAUMAN, Z. **Modernidade Liquida**. Rio de Janeiro: Sindicato Nacional dos Editores de Livros, v. 1, 2001.

BIELACZYK, K.; COLLINS, A. **Learning Communities in Classrooms: A Reconceptualization of Educational Practice**. p. 16, 1999.

BRAZ, B. C.; KATO, L. A. Constituição de Comunidades de Práticas Locais e o Ambiente de Aprendizagem da Modelagem Matemática: algumas relações. Constitution of Local Communities of Practice and the Learning Environment of Mathematical Modeling: some relations. **Bolema**, v. 29, n. 52, p. 613–636, 2015.

BROADBENT, J.; PANADERO, E.; LODGE, J. M.; DE BARBA, P. Technologies to Enhance Self-Regulated Learning in Online and Computer-Mediated Learning Environments. In Bishop, M.J.; Boling, E.; Elen, J.; Svihla, V. **Handbook of Research in Educational Communications and Technology - Learning Design** (pp. 37-52). Cham: Springer, 2020.

CARNEIRO, L. DE A.; BARBOSA, G. V. Uma análise crítica sobre aprendizagem: colaborativa e móvel ubíqua. **Humanidades & Inovação**, v. 5, n. 11, p. 50–54, 21 dez. 2018.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **A Descoberta do Fluxo**. [s.l.] ROCCO, [s.d.], 1990.

DE CORTE, E. An Innovative Perspective on Learning and Teaching in Higher Education in the 21st Century. **Educational Policies**, n. 3, p. 1-16, 2014.

_____. Improving Higher Education Students' Learning Proficiency by Fostering their Self-regulation Skills. **European Review**, v. 24, n. 2, p. 264 – 276, 2016.

DE CORTE, E.; VERSCHAFFEL, L.; MASUI, C. The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving. **European Journal of Psychology of Education**, Vol. XIX, n. 4, p. 364, 384, 2004.

DE NARDIN, A. C.; FRUET, F. S. O.; DE BASTOS, F. D. P. Potencialidades tecnológicas e educacionais em ambiente virtual de ensino-aprendizagem livre. **RENOTE**, v. 7, n. 3, p. 401–410, dez. 2009.

DEMO, P. Aprendizagens e novas tecnologias. **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Educação Física**, v. 1, n. 1, p. 53–75, 2009.

DOHN, N. B.; MARKAUSKAITE, L.; HACHMANN, R. Enhancing Knowledge Transfer. In Bishop, M.J.; Boling, E.; Elen, J.; Svihla, V. **Handbook of Research in Educational Communications and Technology - Learning Design** (pp. 73-98). Cham: Springer, 2020.

DUMONT, H., ISTANCE, D., & BENAVIDES, F. **The Nature of Learning. Using Research to Inspire Practice**. Paris: OECD, 2010.

DUNN, R.; GRIGGS, S. A. **Multiculturalism and Learning Style: Teaching and Counseling Adolescents**. [s.l.] Greenwood Publishing Group, 1995.

FERREIRA, A. DE A.; DA SILVA, B. D. Comunidade de prática on-line: uma estratégia para o desenvolvimento profissional dos professores de História. **Educação em Revista**, v. 30, n. 1, p. 37–64, mar. 2014.

GADOTTI, M. **A escola e o professor: Paulo Freire e a paixão de ensinar**. 1 ed. São Paulo: Publisher Brasil, 2007.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Trad. Maria Cristina Gularte Monteiro. Porto Alegre: Penso, 2015.

HORTA, M. R. O impacto do manuscrito de Wallace de 1858. **Scientiae Studia**, v. 1, n. 2, p. 217–229, 2003.

HUANG, R., SPECTOR, J. M., & YANG, J. **Educational Technology - A Primer for the 21st Century**. Cham: Springer, 2019.

IPIRANGA, A. S. R. et al. Aprendizagem como ato de participação: a história de uma comunidade de prática. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 4, p. 1–17, 2005.

JONES, B. D. Motivating and Engaging Students at Using Educational Technology. In Bishop, M.J.; Boling, E.; Elen, J.; Svihla, V. **Handbook of Research in Educational Communications and Technology - Learning Design** (pp. 9-36). Cham: Springer, 2020.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Diálogo Educacional**, v. 4, n. 10, p. 47–56, 2003.

KOEHLER, C. **Interação Social em Rede e nas Redes: Contributos para uma Educação em Rede**. PhD Thesis. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

LAGE, A. L. Cognição Social e Aprendizagem Situada, Relacional e Processual. **Saber e Formação no Trabalho Profissional Relacional**, v. 1, n. 1, p. 177–290, 2013.

LEAL, D.; AMARAL, L. A. M. Do ensino em sala ao e-Learning. **Universidade do Minho**, 2004.

MACHADO, G. J. C. **Educação e Ciberespaço: estudos, propostas e desafios**. Aracaju: Virtus, 2010.

- MASUI, C.; DE CORTE, E. Enhancing learning and problem solving skills: orienting and self-judging, two powerful and trainable learning tools. **Learning and Instruction**, v. 9, p. 517-542, 1999.
- MAYER, R. E. Using multimedia for e-learning. **Journal of Computer Assisted Learning**, 33: 403– 423. doi: 10.1111/jcal.12197, 2017.
- MECHLOVA, E.; MALCIK, M. ICT in changes of learning theories. **ICETA 2012 - 10th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings**, p. 253–262, 2012.
- MELARÉ, D.; BARROS, V. Estilos de Uso do Espaço Virtual: Como se Aprende e se Ensina no Virtual? **Inter-Ação: Revista da Faculdade de Educação**, v. 34, n. 1, p. 51–74, 2009.
- MORAES, R. B. N. **Estilos de aprendizagem em ações educacionais ofertadas a distância: evidências de validade, validade convergente e análise conceitual**. Mestrado em Psicologia em Saúde e Desenvolvimento. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2016.
- MOURA, G. L. Somos uma comunidade de prática? **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, p. 323–346, abr. 2009.
- OECD. **The OECD Handbook for Innovative Learning Environments**. Paris: OECD Publishing, 2017.
- OXFORD, R. L. **Language learning strategies and beyond: A look at strategies in the context of styles**. 1990.
- ÖZEREM, A.; AKKOYUNLU, B. Learning environments designed according to learning styles and its effects on mathematics achievement. **Eurasian Journal of Educational Research**, n. 61, p. 61-80, 2015.
- RECH, J.; FACHINELLI, A. C.; FLORES, S. P. Comunidades de Prática: reflexões a partir da comunicação e da cultura organizacionais. **Conexão - Comunicação e Cultura**, v. 11, n. 21, 2013.
- REID, J. M. **Learning Styles in the ESL/EFL Classroom**. [s.l.] Heinle & Heinle, 1995.
- RENÓ, D. P.; SILVA, P. A. Redes, comunidades e cultura digital: a inovação pela desconexão Networks, communities and digital culture: innovation by disconnection Redes, comunidades y cultura digital: la innovación por la desconexión. **Revista Latinoamericana de Comunicación N.º**, v. 137, p. 189–205, 2018.
- REZAGHOLILALANI, S.; IBRAHIM, O. The effects of collaborative learning tools on students' performance. In: **Innovations in Information System**. [s.l.: s.n.], 2017.
- SEGRS, M.; DOCHY, F.; DE CORTE, E. Assessment Practices and Students' Knowledge Profiles in a Problem-Based Curriculum. **Learning Environments Research**, v. 2, p. 191–213, 1999.

SIEMENS, G. **Uma Breve História da Aprendizagem em Rede**. Disponível em: <<https://redes.org.br/wp-content/uploads/2016/05/SIEMENS-George-2008-Uma-breve-historia-da-aprendizagem-em-rede.pdf>>. Acesso em 18 de maio de 2021.

SILVA, S. P.; DE OLIVEIRA, C. E. T.; DA MOTTA, C. L. R. Promovendo a aprendizagem através das redes sociais apoiada por um modelo de combinação social. **Revista Brasileira de Informática na Educação**; v. 23, n. 01, DOI - 10.5753/rbie.2015.23.01.122, 2015.

SINAKOU, E.; DONCHE, V.; PAUW, J. B.-D.; VAN PETEGEM, P. Designing Powerful Learning Environments in Education for Sustainable Development: A Conceptual Framework. **Sustainability**, v. 11, 2019.

SONG, J. et al. **Creating effective collaborative learning in a CALL environment**. 2012 International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education. **Anais**.2012.

WEBB, S. et al. **Examining the use of Web-Based Tools in Fully Online Learning Community Environments, Universal Design & Higher Education in Transformation Congress**. [s.l: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://arrow.tudublin.ie/unides18pap>>. Acesso em 20 de janeiro de 2021.

WENGER, E.; MCDERMOTT, R.; SNYDER, W. M. Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge. **Project Management Journal**, v. 33, n. 3, p. 68, 2002.

WILBERT, U. K. W.; DANDOLINI, G. A. Comunidades de Prática Virtuais e Redes de Prática: Semelhanças e Distinções. In: **Anais do VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**. CIKI - VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação. Foz do Iguaçu: [s.n.]. v. 1, p. 1–15, 2017.

SISTEMAS TUTORIAIS INTELIGENTES E SISTEMAS DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA

Cecilia Estela Giuffra Palominno

Ricardo Azambuja Silveira

Wellyngton Teixeira dos Santos

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.” Paulo Freire.

Introdução

Sabemos que o desenvolvimento das tecnologias nas mais diversas áreas é uma realidade. O uso massivo da internet e dos celulares inteligentes - *smartphones* - nos permite um acesso que 30 anos atrás não imaginávamos ser possível, conseguindo ter a informação na palma da mão. Esse desenvolvimento e uso de tecnologias no dia a dia nos trouxe, além da praticidade, por exemplo, facilitando o pagamento de uma conta por meio de um aplicativo ou de um computador e poupando o tempo de ir até uma agência, uma ampla gama de possibilidades e de novos horizontes.

Hoje podemos fazer compras pela internet, saber como estará o clima, trabalhar em documentos, planilhas, enviar mensagens de um país para outro, entre muitas outras coisas. Tudo, desde nossa casa e por meio das tecnologias da informação e comunicação. E não só nos afazeres cotidianos exploramos o que a tecnologia nos proporciona. Empresas grandes e pequenas mudaram a sua rotina, trocaram a máquina de escrever pelo computador, o fax pelo e-mail, a ligação internacional pelo Skype. E as mudanças continuam, porque o desenvolvimento tecnológico não para.

Dentro de todo este movimento e mudança de paradigmas, temos a educação que foi acompanhando também a inserção das novas tecnologias. Desde o uso de transparências e retroprojetores e, tempo depois, de projeções de slides do computador, até o uso de salas com computadores para que os estudantes possam aprender diretamente na ferramenta.

Esta mudança foi tanto para os professores, como também para os estudantes, que trocaram o livro pelo computador ou pelo celular, e em muitos casos as visitas à biblioteca pelas pesquisas na internet. E para as escolas, que começaram a utilizar ambientes virtuais de aprendizagem para facilitar a troca entre professores e estudantes, sendo um espaço para compartilhamento de material, entrega de trabalhos, troca de informações, entre outros.

A tecnologia, no geral, nos permite pensar no compartilhamento de conhecimento de formas diferentes, pensamos nesse compartilhamento também como o processo de ensino-aprendizagem, em que professores e estudantes aprendem uns com os outros. Processo que pode ser tanto na modalidade presencial, quanto a distância ou virtual, ou semipresencial. A educação utiliza todas as ferramentas disponíveis para conseguir acompanhar os novos tempos, os novos saberes, a nova educação. Aquela que vemos como a nossa educação atual, contemporânea. Uma educação que acompanha o avanço da sociedade. À medida que a sociedade se desenvolve, a educação vai se atualizando e se modernizando junto com ela. Novos descobrimentos geram novas necessidades e aprendizados. Para Luckesi (1994, p.30),

A educação dentro de uma sociedade não se manifesta como um fim em si mesma, mas sim como um instrumento de manutenção ou transformação social. Assim sendo, ela necessita de pressupostos, de conceitos que fundamentem e orientem os seus caminhos. A sociedade dentro da qual ela está deve possuir alguns valores norteadores de sua prática.

Podemos ver o processo de ensino-aprendizagem, então, como sendo um processo de transformação do indivíduo dentro da sociedade contemporânea. E, no contexto das tecnologias da informação e comunicação, podemos vê-lo dentro da sociedade que se reinventa constantemente no mundo digital. Segundo Catapan (2001b), os recursos disponíveis no ciberespaço nos permitem uma maior interação e melhor comunicação entre os participantes, que trocam experiências e pontos de vista, tendo a possibilidade de caminhar pelos conteúdos, de forma independente ou não, construindo, em conjunto com os colegas, novos saberes e novos pensamentos com base nos temas estudados.

O que a educação contemporânea nos traz são diversas ferramentas, que permitem que cada estudante tenha a possibilidade de compartilhar o conhecimento durante o próprio processo de ensino-aprendizagem e, com isso, consiga trabalhar os conceitos compreendidos para, talvez, criar também os seus novos conceitos. Para Catapan (2001b), quem está dentro do processo é quem escolhe o que vai fazer e como, e com quem vai compartilhar o que fez. No entanto, o papel da escola é determinante neste sentido, pois ela deixa de ser uma “instituição de transmissão de saber” e passa a ser uma “instituição de promoção de condições de possibilidades”, na qual o participante consegue interagir com ele mesmo e com outros participantes, sem limites geográficos, e sem limites de acesso ao conhecimento compartilhado, criando conhecimentos. Conhecimento de si, do outro, das coisas e do mundo.

As novas eras na educação trazem consigo novas modalidades de ensino-aprendizagem. A educação a distância, bem difundida e conhecida, começou o seu longo caminho utilizando as ferramentas que existiam na época, como o rádio, o correio para o envio de correspondências. Nessa modalidade, não podemos negar que a tecnologia facilitou e facilita enormemente a troca de informações. A internet e sua rede mundial conecta os computadores permitindo não só que os estudantes possam acessar e enviar as tarefas ou trabalhos por esse meio, mas também, que o número de estudantes com acesso a essa modalidade aumente significativamente. Oferecendo aos cidadãos a possibilidade de aprender, mesmo morando em cidades menores ou nos cantos mais afastados de todas as cidades.

1 Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem Adaptativos

Segundo Almeida (2003, p. 331), ambientes virtuais são:

Sistemas computacionais disponíveis na internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação. Eles permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento, elaborar e socializar produções, tendo em vista atingir determinados objetivos.

Para Catapan *et al.* (2006), um AVEA contém ferramentas que permitem a comunicação síncrona ou assíncrona dentro do espaço do curso e tem o objetivo de constituir o espaço do curso ou disciplina no qual é definido um modelo pedagógico específico, segundo o que o professor estabeleça para ele.

Segundo Ribeiro *et al.* (2007, p. 4),

Os AVEA's geralmente são desenvolvidos por instituições acadêmicas ou empresas privadas. Eles fornecem aos participantes ferramentas a serem utilizadas durante um curso, para facilitar o compartilhamento de materiais de estudo, manter discussões, coletar e revisar tarefas, registrar notas, promover a interação entre outras funcionalidades. Eles contribuem para o melhor aproveitamento da educação e aprendizagem na EAD, pois oferece diversos recursos para a realização das aulas e interações entre professores e alunos.

Para Palazzo *et al.* (2014, p. 86), “como os AVEA são normalmente utilizados por uma grande variedade de alunos com diferentes habilidades (...) uma forma desses sistemas fornecerem usabilidade é serem adaptativos e personalizados, adotando diferentes estratégias”.

Além disso, os autores trazem também o conceito do MOOC (*Massive Open Online Course*) junto com a afirmação de que nesse tipo de curso, a adaptatividade tem uma relevância maior (PALAZZO *et al.*, 2014). Esta necessidade se dá pelo fato de serem cursos livres com uma quantidade grande de alunos, com perfis bastante diversificados.

Os cursos criados seguindo o modelo MOOC são amplamente utilizados ao redor do mundo, no entanto, costuma ocorrer, ainda, uma desistência alta, que chega a estar entre 60% e 90% do total dos estudantes. Uma possível solução para esse problema estaria no desenvolvimento de mecanismos que forneçam adaptatividade ao ambiente apresentando os recursos aos estudantes de forma personalizada (DANIEL *et al.*, 2015).

A adaptatividade em ambientes virtuais de ensino e aprendizagem pode ser gerada através do uso de diversas técnicas, entre as quais estão as técnicas de Inteligência Artificial, e dentro delas, os Sistemas de Tutores Inteligentes e Sistemas de Hipermedia Adaptativa.

1.1 Tutores Inteligentes

Ambientes virtuais, ao serem disponibilizados para os cursos, não contém nenhum tipo de conteúdo. Eles precisam ser configurados pelos responsáveis, colocando os materiais e configurando as funcionalidades do ambiente. Geralmente, quem realiza este trabalho é o usuário a quem é atribuído o papel de tutor. Dessa forma, a seleção de conteúdos e atividades utilizados no curso, assim como o uso das funcionalidades e recursos disponíveis, garante o sucesso ao ambiente na mediação pedagógica (RIBEIRO *et al.*, 2007).

A atividade do tutor responsável pelo curso pode ser, em algumas situações, automatizada com a utilização dos chamados Sistemas de Tutores Inteligentes (STI) que, com base em informações obtidas do ambiente, conseguem configurá-lo de uma forma mais eficiente, de acordo com as especificidades do curso.

Sistemas de Tutores Inteligentes (*ITS – Intelligent Tutoring Systems*) são sistemas que têm o conhecimento do assunto abordado, do perfil e conhecimento do estudante e do conhecimento pedagógico ou as metodologias utilizadas pelos professores. Estes sistemas, trabalham com base no conhecimento do contexto como um todo e podem ser considerados em constante evolução (FRASSON *et al.*, 1997).

Estes sistemas utilizam técnicas de inteligência artificial (IA) e são aplicados no processo de ensino-aprendizagem, na construção do modelo pedagógico dos cursos, possibilitando que sejam inseridas ações de adaptatividade no ambiente, tendo instruções adaptadas às necessidades dos estudantes. Assim, estes sistemas conseguem fazer o papel do tutor humano. Além disso, ações de adaptatividade dizem respeito às modificações automaticamente realizadas pelo sistema de acordo com a percepção das necessidades e características pessoais do aprendiz (BARBOSA, 2004).

Pela sua característica de utilizar as técnicas de IA, estes sistemas são considerados espaços ricos para desenvolver e melhorar os algoritmos específicos desenvolvidos para a tutoria. Além disso, alguns trabalhos comprovam o impacto positivo desses sistemas em relação à educação, incluindo uma melhora na taxa de aprendizagem e na motivação dos estudantes que participam em cursos que usam os STI (CORBETT *et al.*, 1997). Também, segundo Frigo *et al.* (2004) pesquisas em STI procuram melhorar a efetividade da aprendizagem, explorando os recursos que os sistemas de tutores inteligentes oferecem.

Além disso, pesquisas em STI investigam como flexibilizar a ação dos tutores baseados no computador e os fazer mais autônomos e adaptativos às necessidades de cada estudante. Para isso, os STI são alimentados com o conhecimento explícito dos componentes chave do processo de ensino e são desenvolvidos com habilidades de raciocínio para ter um comportamento inteligente a partir do conhecimento dos elementos do ambiente.

A participação dos estudantes também é considerada relevante em sistemas de tutores inteligentes, Giraffa e Viccari (1998) consideram que desenvolvimentos em ITS contam com uma resposta cooperativa por parte dos estudantes, em conjunto com o sistema. Já para Oliveira (2005) os STI têm como objetivo principal substituir o tutor humano, ou atuar como um complemento para ele, facilitando o acompanhamento dos alunos, durante o aprendizado deles.

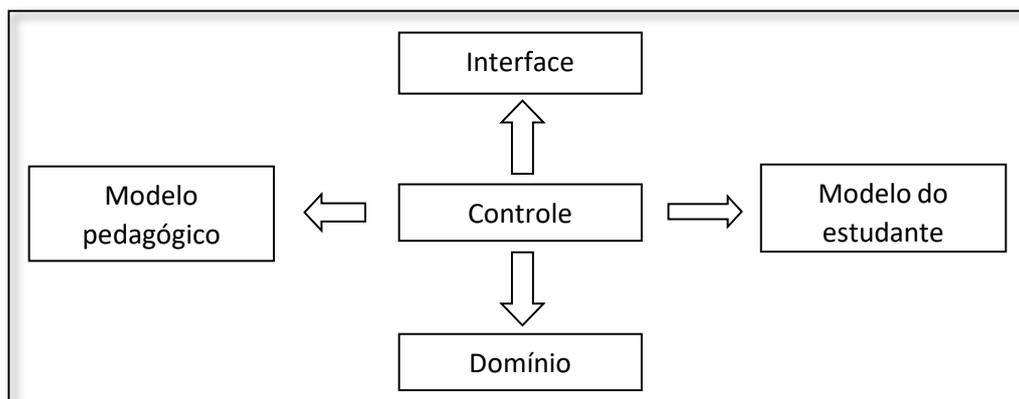
Entre as diferentes arquiteturas de STI que podem ser encontradas na literatura, vemos em destaque a que usa a abordagem de sistemas multiagente (WOOLDRIDGE, 2009), onde agentes com diferentes modelos e objetivos trabalham em conjunto no mesmo ambiente. A tecnologia de agentes permite que os sistemas de tutores inteligentes se adaptem às necessidades e características individuais de cada estudante.

Segundo Viccari (1989, p. 225),

Um tutor inteligente necessita incentivar a exploração dos conteúdos instrucionais; (...) ser sensível às necessidades do utilizador adequando-se às necessidades individuais, (...) possuir conhecimento para tentar resolver situações não previstas nas regras existentes e aprender com tais situações, (...) além de possuir memória retroativa que descreva o raciocínio (passos) utilizado pelo aluno e pelo tutor durante a exploração de determinado conteúdo instrucional.

A arquitetura de sistemas de tutores inteligentes é vista de forma um pouco diferente entre os pesquisadores. Para Fowler (1991), os sistemas de tutores inteligentes se baseiam em uma arquitetura clássica composta por: (1) base de conhecimento, (2) modelo do estudante, (3) modelo pedagógico, (4) interface de usuário e (5) sistema especialista. Segundo Kaplan (1995), um STI possui: (1) modelo pedagógico, (2) modelo do estudante, (3) modelo especialista e (4) interface.

Figura 1: Arquitetura clássica de um STI



Fonte: Adaptado de Giraffa (1999)

Segundo Bergeron (2014), além dos modelos pedagógicos, de estudante e especialista, o sistema também reconhece o conhecimento do domínio como um elemento do sistema. Para Giraffa (1999) um STI contém cinco elementos, o modelo pedagógico, o modelo do estudante, a base de domínio, a interface e o controle (Figura 1). Da mesma forma, Wenger (1987) propõe cinco componentes na arquitetura de um STI: a expertise pedagógica, o modelo do estudante, a expertise do domínio, a interface e na parte central as decisões versus o conhecimento.

Dentro da arquitetura dos STI, cada um dos elementos é representado no processo de ensino-aprendizagem, sendo que o modelo pedagógico é formado pelas estratégias de ensino, previamente definidas pelo professor. O modelo do estudante é formado pelas informações a respeito do estudante, do seu perfil e do comportamento dele no curso, recuperadas pelo STI de diversas formas, como através do banco de dados do ambiente. A base de domínio formada pelo conteúdo disponibilizado no ambiente, e que será utilizado pelos tutores inteligentes como

base de conhecimento. E, o controle, que funciona como parte do gerenciamento. Em sistemas multiagentes, o controle é formado pelos agentes, que dividem as ações de coordenação entre eles (GIRAFFA, 1999).

No modelo do estudante, os dados podem ser estáticos ou dinâmicos. Os dados estáticos são os dados fixos com informações que não mudam no tempo, por exemplo, informação da matrícula do estudante, já os dados dinâmicos estão relacionados a informações que mudam no decorrer do curso, por exemplo, o desempenho dele nas atividades disponibilizadas pelo tutor, estes dados dinâmicos servem também para que o tutor consiga interpretar o modelo do estudante (GIRAFFA, 1999).

As pesquisas mostram que sistemas de tutores inteligentes e agentes são utilizados na construção de sistemas adaptativos. Um dos trabalhos utiliza uma comunidade de agentes inteligentes que dá suporte aos estudantes enquanto eles estão no processo de aprendizagem em cursos adaptativos (TSAI *et al.*, 2012). Outro trabalho apresenta o DeepTutor, que é um STI que simula uma conversa em linguagem natural entre um tutor humano e o estudante, ajudando o estudante, corrigindo-o, caso ele tenha algum conceito errado do conteúdo (RUS *et al.*, 2014).

Uma abordagem muito utilizada em sistemas adaptativos se baseia também nos estilos de aprendizagem dos estudantes, um trabalho que traz esta abordagem é o de Özyurt *et al.* (2012), que propõe o desenvolvimento de um sistema web adaptativo de tutores inteligentes que usa as informações dos diferentes estilos de aprendizagem para trabalhar a adaptatividade.

Diversos trabalhos com agentes e tutores inteligentes, para o desenvolvimento de sistemas adaptativos e STI são encontrados ao realizar pesquisas na literatura. Eles apresentam diversas abordagens, desde o uso de comunidade de agentes, passando por STI específicos de linguagem e sistemas web adaptativos, ambientes de aprendizagem com propostas adaptativas, entre outros.

Segundo Viccari (1989, p. 221),

Um tutor inteligente necessita explorar os conteúdos, possuir vários planos de ensino e um modelo para guiar a apresentação do conteúdo, ser sensível às necessidades do utilizador adequando-se às necessidades individuais, dominar o máximo possível o assunto que ensina, possuir conhecimento para tentar resolver situações não previstas nas regras existentes e aprender com tais situações, possuir características de ensino assistido, possuir mecanismos para a depuração inteligente e a orientação na detecção e eliminação de falhas, permitir a simulação automática e conduzida de problemas, além de possuir memória retroativa que descreva o raciocínio utilizado pelo aluno e pelo tutor durante a exploração de determinado conteúdo.

Sistemas de tutores inteligentes possibilitam que a apresentação do material seja flexível, e apresentam maior habilidade para responder às necessidades específicas de cada um dos alunos. Procuram, além de ensinar, obter o conhecimento sobre informações relevantes do estudante, fornecendo, dessa forma, um ensino personalizado. Na construção de ambientes virtuais de aprendizagem, a utilização da abordagem de sistemas de tutores inteligentes permite potencializar o processo de ensino-aprendizagem, fazendo do ambiente virtual um ambiente inteligente de aprendizagem.

1.2 Agentes Inteligentes

Agentes são entidades que têm a capacidade de perceber o ambiente em que estão inseridos através dos seus sensores e podem agir sobre ele através de seus atuadores. Para Russell (1995), nos agentes humanos, os sensores podem ser os olhos, as orelhas, entre outros que possam receber um estímulo e os atuadores podem ser as mãos, a boca, e outras partes do corpo que conseguem responder aos estímulos do ambiente. No caso dos agentes artificiais, como robôs, utilizam câmeras e localizadores infravermelhos como sensores e utilizam diferentes recursos, como motores, como atuadores. Nos agentes de software, são utilizadas cadeias de bits codificados para perceber o ambiente e atuar sobre ele.

Um agente é entendido também como um sistema de computador, que se encontra situado em um ambiente e que tem a capacidade de atuar, de forma autônoma, para alcançar os seus objetivos. Entende-se por autonomia a habilidade de ter o poder de decisão de ação, com base em objetivos pré-estabelecidos (WOOLDRIDGE, 2009). Para Brenner (1998), a inteligência é um ponto relevante na construção de um agente, pois ele precisa dela para realizar suas tarefas. Sem inteligência, um agente poderia ser qualquer sistema tradicional que realiza tarefas específicas. Somente a inteligência permite aos agentes responderem às tarefas de forma autônoma, precisando da intervenção do usuário em momentos específicos, só para decisões importantes.

Além disso, a interação com o ambiente é uma parte essencial no comportamento do agente, no intuito de cumprir todos os seus objetivos. Ele precisa obter as informações do ambiente e, com base nelas, tomar as decisões mais acertadas para, em seguida, atuar sobre o ambiente, a partir destas decisões (BRENNER, 1998).

Entre as características que os agentes inteligentes precisam ter, Wooldridge (2009) indica que devem estar a autonomia, a reatividade, a proatividade e a habilidade social. Sendo que, autonomia é a capacidade de atuar de forma independente, tomando decisões por si só. A reatividade é a capacidade de perceber o ambiente e responder a ele e suas mudanças de forma rápida. A proatividade é a capacidade de ter um comportamento com iniciativa própria, sempre com uma meta como objetivo. E, habilidade social é a capacidade dos agentes de interagirem uns com os outros (inclusive com humanos), também para alcançar os objetivos.

Por sua vez, Brenner (1998) considera que, além das características anteriores, são também características importantes de um agente inteligente o raciocínio/aprendizagem, a mobilidade e o caráter.

- O raciocínio/aprendizagem, formado pela base de conhecimento interna, a capacidade de raciocínio com base nesta base de conhecimento e os conteúdos dela, e pela habilidade do agente para aprender e se adaptar às mudanças do ambiente. Este raciocínio é considerado a inteligência do agente;
- A mobilidade é a habilidade de um agente para se mobilizar dentro das redes de comunicação, sem necessitar reunir a informação que requer para cumprir suas tarefas por meio de mensagens enviadas pela rede, diminuindo a carga nela. O agente consegue se aproximar da informação necessária, indo até os agentes, realizando a tarefa no computador alvo, diminuindo assim a carga da rede;

- O caráter é a qualidade do agente em ter a maior quantidade possível de traços humanos, como se fosse uma pessoa virtual, principalmente com características de honestidade, confiabilidade e segurança.

No conceito de Padgham (2004), um agente inteligente é uma peça de *software* situada, que existe em um ambiente; autônoma, independente e sem controle externo; reativa, que responde às mudanças do ambiente de forma rápida; proativa, que tem iniciativa própria para perseguir seus objetivos; robusta, que consegue se recuperar das falhas; e social, que consegue interagir com outros agentes. Além dessas características, existem outras não menos importantes, porém, não tão necessárias para todas as aplicações de agentes.

No geral, podemos dizer que um agente é uma entidade autônoma, que tem a capacidade de tomar decisões por si só, respondendo às mudanças do ambiente em tempo hábil, com o objetivo de alcançar suas metas pré-definidas, podendo interagir com outros agentes, demonstrando ter inteligência ou raciocínio e caráter.

1.3 Agentes Pedagógicos

Agentes pedagógicos têm o objetivo de trabalhar junto com os alunos, para ajudá-los no processo de ensino e aprendizagem. Eles podem ser agentes dirigidos a objetivos e agentes dirigidos a utilidades, e entre suas propriedades principais estão a autonomia, a habilidade social, a proatividade e a persistência.

Agentes dirigidos a utilidades realizam tarefas auxiliares ligadas às atividades pedagógicas. Isto significa que eles ajudam os estudantes a encontrar programas específicos, arquivos, diretórios, executam tarefas específicas para os estudantes, ou para ajudar o tutor. Agentes dirigidos a objetivos têm mobilidade na Web e executam suas funções em diferentes contextos (textuais, hipermídia). Eles conseguem desenvolver atividades em conjunto com os alunos, colaborando ou concorrendo com eles, podem ser tutores, mentores ou assistentes.

Agentes pedagógicos podem ser agentes animados, na forma de personagens que aparecem para os estudantes, facilitando o aprendizado. E precisam ter o conhecimento mínimo necessário do contexto em que estão inseridos, para serem capazes de ajudar os alunos da melhor forma no processo de ensino-aprendizagem (JOHNSON, 1999).

Para Giraffa e Viccari (1998), utilizar agentes animados pode ajudar de diferentes formas dentro do processo de ensino-aprendizagem, por isso, há diversas motivações para usar esse tipo de agente. Entre elas: (1) O sistema se apresenta de forma mais expressiva; (2) É possível demonstrar aos estudantes como fazer algumas tarefas; (3) Pode ser apresentado como um guia dentro do ambiente, em alguns casos realizando simulações; (4) Permite que os estudantes se envolvam com o conteúdo sem distraí-los da experiência de aprendizagem.

Em paralelo aos conceitos de agentes pedagógicos, temos que, na ampla gama de desenvolvimento de agentes, incluindo agentes inteligentes, o mais comum é o desenvolvimento na forma de comunidade de agentes ou sistemas multiagentes, em que vários agentes se encontram em um mesmo ambiente e interagem entre eles.

1.4 Sistemas multiagentes

No conceito de Wooldridge (2009), sistemas multiagentes (SMA) são aqueles sistemas em que existem vários agentes que interagem e se comunicam entre si, dentro de um ambiente. Sendo que os agentes atuam em diferentes “esferas de influência”, isto é, têm maior controle em partes específicas do ambiente, podendo ter, em alguns casos, uma coincidência entre as esferas, coincidindo aumentando a dependência entre os agentes.

Quando se tem um domínio multiagente é muito importante saber o tipo de interação que será realizada entre os agentes para que eles possam tomar a melhor decisão possível sobre que ação devem realizar. A ideia principal em sistemas multiagentes é fornecer os recursos necessários para desenvolver sistemas computacionais com base nos agentes, que são entidades autônomas, capazes de interagir dentro de um ambiente em que compartilham o espaço com outros agentes (BORDINI, 2001).

Entre os sistemas multiagentes podem ser reconhecidos dois tipos: os sistemas reativos e os sistemas cognitivos. A diferença entre eles é que os sistemas reativos agem a partir de um esquema estímulo-resposta, sendo que o comportamento deles se baseia na interação entre grande número de agentes muito simples, que respondem a estímulos do ambiente. Por outro lado, os sistemas cognitivos não têm um número grande de agentes, porém, cada um dos agentes que a eles pertencem é um sistema complexo e computacionalmente pesado, que tem as características de percepção, ação, comunicação, representação, motivação, deliberação e raciocínio e aprendizagem (BORDINI, 2001).

A percepção é a capacidade do agente de perceber as mudanças do ambiente; a ação, é o fato das mudanças no ambiente acontecerem a partir das ações realizadas pelos agentes dentro dele; a comunicação é a capacidade dos agentes coordenarem as ações entre si; a representação é o conhecimento do agente sobre o ambiente e os agentes que estão nele, é a representação do agente em relação ao que está ao seu redor; a motivação está relacionada com a iniciativa própria do agente para alcançar seus objetivos; a deliberação é a capacidade do agente de decidir entre os objetivos que ele tem, quais serão seguidos por ele; e o raciocínio e aprendizagem são a capacidade dos agentes de criarem mecanismos de aprendizagem específicos dentro do ambiente que compartilham com os outros agentes.

Sistemas multiagentes (SMA) são desenvolvidos a partir do estudo do comportamento de um grupo de agentes autônomos que são organizados e trabalham em conjunto para solucionar problemas que quando estão sozinhos não teriam a capacidade de solucionar.

Sistemas inteligentes e multiagentes que são utilizados dentro de ambientes específicos como ambientes de aprendizagem possibilitam que estes ambientes tragam para si, também, a inteligência dos sistemas ou agentes e se convertam em ambientes inteligentes de aprendizagem.

2 Ambientes Inteligentes de Aprendizagem

Sabemos que os ambientes virtuais de ensino e aprendizagem (AVEA) são espaços disponíveis *online* utilizados em diversas instituições ou empresas para o compartilhamento de materiais ou como apoio no processo de ensino e aprendizagem.

Eles são vistos também como ferramentas tecnológicas que utilizam a rede (internet) para disponibilizar os conteúdos neles inseridos e permitir que os participantes do ambiente consigam interagir entre si (PEREIRA, 2007).

Ambientes virtuais de ensino e aprendizagem que incluem técnicas de inteligência artificial aplicadas são considerados ambientes inteligentes de aprendizagem (DILLENBOURG, 1993). Eles incluem soluções a problemas dentro do ambiente, e contam com um ou mais agentes que atuam no processo de ensino e aprendizagem, ajudando os estudantes, seja monitorando as tarefas, ou acompanhando-os durante o aprendizado. Para Brusilovsky (1994), um ambiente inteligente de aprendizagem pode ser visto também como um sistema inteligente para a educação, que têm as características dos sistemas clássicos de tutores inteligentes junto com as características dos ambientes de aprendizagem clássicos.

Um ambiente inteligente de aprendizagem deve trabalhar no modelo do aluno, sendo construído e atualizado com base no conhecimento que se tem do aluno dentro do ambiente, sendo que, para cada aluno, esta construção pode ser muito diferente, dadas as informações específicas deles (SILVEIRA, 1998). A diferença que existe entre os estudantes, gerando bases de conhecimento diferentes para os agentes deve ser explorada da melhor forma, tendo como objetivo uma maior eficiência ao desenvolver ambientes inteligentes de aprendizagem, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, seus próprios objetivos ou metas, assim como suas expectativas em relação à aprendizagem.

3 Sistemas Adaptativos

Sistemas adaptativos têm a capacidade de adaptar-se à interação e contexto do usuário. Eles adaptam dinamicamente o conteúdo, envolvendo sua camada de apresentação e sua estrutura de navegação, mas também modificam a assistência que é oferecida aos usuários, levando em conta seus perfis, procurando minimizar os problemas de usabilidade encontrados em sistemas convencionais baseados na web (PALAZZO *et al.*, 2014)

Num contexto web, permeado por documentos em hipermídia, os sistemas adaptativos almejam ajustar a apresentação e a navegação das páginas conforme as necessidades do usuário. A área da ciência da computação que concentra estudos e desenvolvimento de sistemas sobre este tema, é a Hipermídia Adaptativa. Os métodos e técnicas aplicados em hipermídia adaptativa foram divididos por Brusilovsky (1996) em: apresentação adaptativa e navegação adaptativa.

A apresentação adaptativa abrange os métodos de ocultação parcial e a ordenação por pré-requisitos de conteúdos, explicação comparativa entre conceitos similares, classificação do conteúdo por grau de relevância e aumento de possibilidades de apresentação com vários hiperdocumentos sobre o mesmo assunto. As técnicas de apresentação adaptativa comumente utilizadas são: o texto condicional, o *stretchtext* e a representação por frames. O texto condicional é quando o conteúdo é dividido em fragmentos e cada fragmento é associado a condições relacionadas ao nível de conhecimento prévio do usuário. O *stretchtext* é um tipo especial de hipertexto que tem a possibilidade de expansão ou contração dos links para os fragmentos de textos associados. A representação por frames ocorre quando todas as informações relacionadas são apresentadas em um quadro, então um conjunto de quadros é formado para atender a um

conteúdo, criando-se também regras para saber quais quadros serão apresentados a um usuário (KOCH, 2001).

A navegação adaptativa consiste em mudanças na estrutura de navegação ou em como essa estrutura é apresentada ao usuário. Isso inclui métodos como o de condução global e local, o suporte à orientação local e global, e a visualização personalizada. A condução global dá suporte para que o usuário navegue pelo caminho mais curto para toda a aprendizagem desejada, enquanto a condução local indica o melhor caminho para após o conteúdo atual. O suporte à orientação global auxilia o usuário sobre todo o hiperespaço e como se orientar dentro dele; já o suporte à orientação local ajuda o usuário a seguir o link apropriado entendendo o que significam as diferentes possibilidades de navegação a partir de onde ele se encontra atualmente.

A visualização personalizada usa de agentes inteligentes para criar uma versão personalizada do hiperespaço com links adequados para cada aluno, atualizando-a constantemente (KOCH, 2001). Para prover esses efeitos adaptativos diversas técnicas são aplicadas: a orientação direta, a classificação de links, a ocultação de links, a remoção de links etc. (PALAZZO *et al.*, 2014). A orientação direta é quando o sistema realiza a escolha de uma “melhor” opção de aprendizagem e a provê como uma única saída para o seguimento do usuário na aprendizagem, normalmente com a apresentação do famoso botão “Próximo”. Na remoção de links é realizada a remoção definitiva de links que são considerados inapropriados para a aprendizagem de um usuário específico, enquanto, na ocultação isso ocorre de forma temporária. A classificação de links ordena-os de forma decrescente de relevância aos usuários.

Ambientes inteligentes de aprendizagem podem ser também ambientes adaptativos que mudam conforme as características dos estudantes, sejam elas de estilos de aprendizagem, de habilidades cognitivas ou de desempenho. O conceito de adaptação, também chamado de personalização, é quando o sistema, utilizando de análise de informações comportamentais (como histórico de acesso) e de perfil do usuário, adequa sua aplicação. O propósito fundamental da personalização é a satisfação do usuário e é motivado pelo reconhecimento que usuários possuem necessidades e preferências distintas (GASPARINI, 2013). Segundo Giuffra (2013), utilizando agentes em sistemas de tutores inteligentes, pode-se fazer de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem um ambiente adaptativo, fornecendo recursos e atividades aos estudantes de forma personalizada, em relação ao nível de conhecimento deles, avaliado pelo desempenho nas atividades ou avaliações realizadas durante o curso.

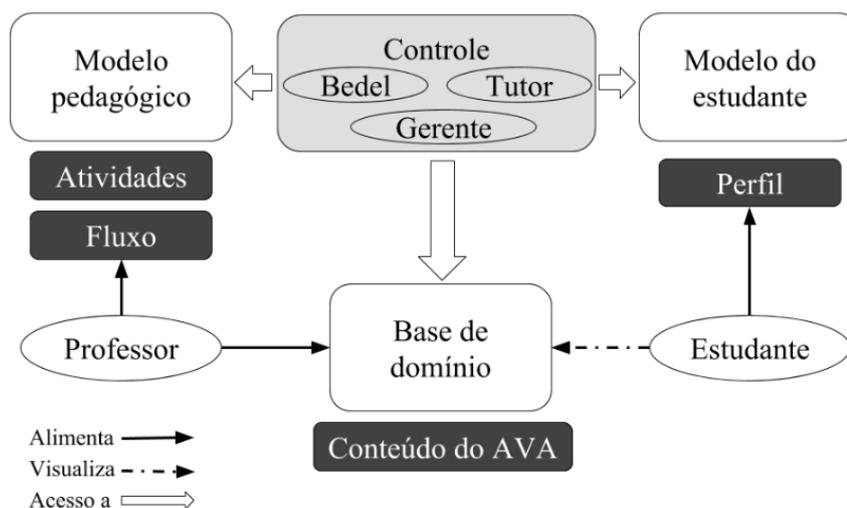
4 Exemplo de uso de sistemas de tutores inteligentes

O Modelo de Sistema de Tutores Inteligentes da figura 2, baseado no modelo clássico de tutores inteligentes, mostra a arquitetura do ambiente inteligente de aprendizagem desenvolvido em Giuffra (2017), que inclui três agentes de software que trabalham em conjunto associados ao ambiente virtual. O agente Bedel é o que atua apoiando o professor; o agente Tutor é o que faz contato com o aluno; e o agente Gerente que controla a criação dos outros dois agentes.

A figura mostra também o modelo pedagógico, que contém as atividades do curso, assim como o fluxo de realização delas; o modelo do estudante, que contém as informações do perfil do aluno, suas interações com o ambiente e o resultado das avaliações realizadas; o controle

que contém os agentes; e a base de domínio que é representado pelo conteúdo, assim como as informações do ambiente virtual armazenadas no banco de dados.

Figura 2: Modelo de Tutores Inteligentes para Ambiente Virtual de Aprendizagem Adaptativo



Fonte: Giuffra (2017)

O sistema desenvolvido a partir deste modelo tem como objetivo disponibilizar aos alunos o conteúdo do curso de forma personalizada, tendo como base para a escolha o nível de desempenho deles. Para isso, o professor deve definir durante a fase do design instrucional do curso, o modelo pedagógico a ser utilizado, indicando o fluxo de disponibilização do conteúdo.

Este modelo pedagógico é considerado uma peça-chave no desenvolvimento do sistema adaptativo, pois é a base para o comportamento dos agentes, que respondem segundo o conhecimento dos estudantes, que recebem do ambiente, em conjunto com o conhecimento prévio do modelo pedagógico configurado, em que são definidos os fluxos de precedência e relacionamento entre os conteúdos.

O sistema é executado seguindo os passos: (1) uma turma é criada no ambiente virtual; (2) é cadastrado o professor na turma; (3) os conteúdos são inseridos no ambiente pelo professor; (4) é ativada⁴⁵ a adaptatividade na disciplina; (5) é feita a configuração da precedência entre os conteúdos; (6) é mostrado o grafo com as relações entre os conteúdos e atividades.

A partir desta configuração, os agentes verificam e calculam, cada vez que um estudante realiza uma atividade avaliativa, o nível de desempenho dele, que é definido como básico, intermediário ou avançado, segundo esta categorização, o agente mostra para o estudante o próximo conteúdo que se adequa à sua característica específica de conhecimento do tema.

A aplicação do sistema, permitiu comprovar o funcionamento do modelo adaptativo no ambiente virtual de ensino-aprendizagem, de forma correta, fornecendo os materiais correspondentes às características de desempenho individual dos alunos. Além disso, mostra que é possível que cada estudante avance no curso adaptado a ele, na própria velocidade, sem ter dependência com os outros estudantes, dando assim, liberdade para um aluno terminar em um

45 A ativação é realizada através da inserção de um bloco chamado Tutor desenvolvido especificamente para este Sistema de Tutores Inteligentes, no ambiente virtual de aprendizagem Moodle, para realizar a configuração dos agentes, indicando os pré-requisitos e precedências entre os conteúdos. (GIUFFRA *et al.*, 2014a)

tempo mais curto e outro poder avançar de forma mais demorada, podendo finalizar o mesmo conteúdo em poucos dias ou em semanas.

Paralelo à capacidade do sistema de fornecer o conteúdo de forma personalizada, percebe-se também uma preocupação dos estudantes pelo tipo de conteúdo fornecido, sendo que eles mostraram a preferência por materiais mais interativos e com maior quantidade de exercícios práticos (GIUFFRA, 2017).

5 Sistema de Hiperímia Adaptativa (SHA)

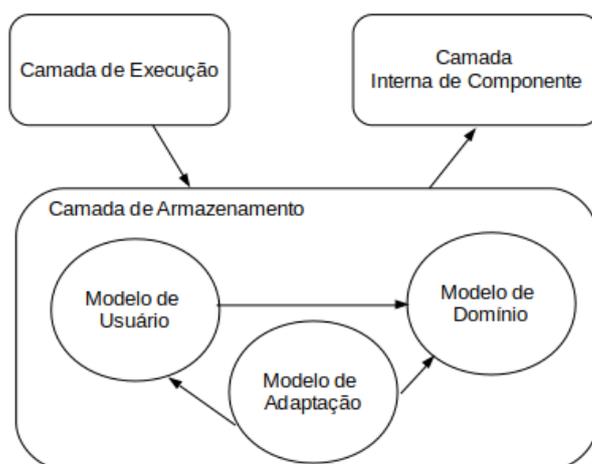
Sistema de Hiperímia Adaptativa (SHA) é um sistema web que envolve em seu projeto métodos e técnicas de hiperímia adaptativa. O SHA tem a capacidade de se modificar, de modo que os usuários acessem interfaces cujo estilo, conteúdo, recursos e links, serão dinamicamente selecionados, entre diversas possibilidades, reunidos e apresentados a eles, conforme seus objetivos, necessidades, preferências e crenças (POZZEBON, 2003). Ele funciona como uma rede de hiperdocumentos conectados, onde cada nó possui uma informação e links para outros nós relacionados àquela informação, podendo apresentar um índice ou mapa para todos os outros nós disponíveis.

As características essenciais do SHA, segundo Brusilovsky (1996) são: usar hipertexto ou hiperímia, possuir um modelo de usuário e utilizando esse modelo adaptar a apresentação ou navegação dos hipertextos ou hiperímias. O hipertexto (textos com hiperlinks) e hiperímia (hipertextos e multimímia) são os objetos de aprendizagem selecionados pelo especialista da área, ou seja, os conteúdos.

O modelo de usuário é uma estrutura que armazena informações estáticas e dinâmicas do usuário para que o SHA realize as adaptações. As informações estáticas são os dados que dizem respeito ao perfil como nome, endereço de e-mail e estilo de aprendizagem⁴⁶. Já as informações dinâmicas se referem a acessos dentro do sistema, desempenho em atividades, nível de conhecimento alcançado etc. Uma terceira estrutura é responsável por relacionar os objetos de aprendizagem com o modelo de usuário, realizando assim a adaptação.

Koch (2001) organizou a arquitetura básica de um SHA (figura 3) em três camadas: de armazenamento, interna de componente e de execução. A camada de armazenamento contém a estrutura de todos os nós e links do SHA suportando a adaptação com três modelos, semelhantes aos dos STI's: modelo de domínio, de usuário e de adaptação. A camada interna de componente especifica o conteúdo e a estrutura dentro dos nós. A camada de execução gerencia as sessões dos usuários gerando e apresentando instâncias personalizadas das páginas e armazenando as modificações na camada de armazenamento.

46 O estilo de aprendizagem é uma característica do aprendiz que manifesta o seu modo preferido de aprender. De acordo com Alonso et al. (2007), são traços cognitivos, afetivos e fisiológicos, que servem como indicadores relativamente estáveis de como os alunos percebem, interagem e respondem a seus ambientes de aprendizagem.

Figura 3: Arquitetura básica de um SHA

Fonte: Adaptado de Koch (2001)

6 Exemplo de Uso de Sistema de Hipermídia Adaptativa

Existe aplicabilidade dos SHA's em muitos âmbitos, em especial destacam-se os sistemas educacionais, sistemas de informação on-line, sistemas de ajuda, sistemas de busca e recuperação de informação, e sistemas de recomendação (GASPARINI, 2013). Essas aplicações integram tarefas como recomendação de produtos, auxílio na busca por informação, adaptação de interfaces, assistência ao usuário quanto a um sistema, apoio a aprendizagem, condução de diálogo etc.

No campo educacional, onde recebem o nome de SHAE (Sistema de Hipermídia Adaptativa Educacional), as pesquisas avançam em relação a adaptar a navegação do usuário conforme seu estilo de aprendizagem, focando no aprimoramento do modelo de usuário (também chamado de modelo do aprendiz ou do estudante) baseado nos diversos modelos de estilos de aprendizagem presentes na literatura.

O modelo de estilo de aprendizagem de Felder-Silverman (1988), apresenta quatro dimensões-chave sobre as preferências do aprendiz: 1) o processamento da informação; 2) tipo de informação mais perceptível; 3) canal sensorial no qual a informação é mais eficientemente perceptível, e 4) como ocorre a progressão para o entendimento. A dimensão do processamento da informação classifica o aluno quanto às suas tendências no contato com o conteúdo, considerando ativo aquele que tende a experimentar para aprender, e reflexivo aquele que prefere compreender a teoria.

A dimensão tipo de informação descreve a preferência por determinados tipos de materiais de ensino, o aprendiz sensorial escolhe os que contenham os fatos, enquanto o intuitivo lida melhor com abstrações e símbolos. Quanto à dimensão do canal sensorial classifica-se o aprendiz por visual ou verbal, sendo visual aquele que prefere aprender através de gráficos, figuras ou demonstrações, e verbal o que aprende melhor com a informação falada ou em áudio. Na dimensão da progressão do aprendiz, o modelo estabelece os aprendizes sequenciais e os globais, sendo

que a preferência de progressão pelo conteúdo do primeiro acontece em pequenos incrementos seguindo uma lógica linear dentro do conteúdo, enquanto o segundo refere-se ao consumo do conteúdo de forma randômica e dando grandes saltos, tentando obter uma visão holística sobre o assunto.

O trabalho de Karagiannis e Satratzemi (2018) adotou o modelo de Felder-Silverman (FSLSM) para realizar adaptações quanto ao acesso de objetos de aprendizagem num curso dentro do AVA Moodle. O modelo do estudante era alimentado de duas maneiras, a primeira era através das respostas do aprendiz a um questionário baseado nos critérios do FSLSM em seu primeiro acesso de modo a classificar seu estilo de aprendizagem baseado em suas preferências, e a segunda era uma análise automática dos logs de acesso dele para realizar essa classificação.

A análise era feita com uma ferramenta de mineração de dados integrada ao AVA, num processo de quatro passos. O primeiro era determinar o comportamento necessário e relevante para que o aprendiz pertença a um estilo de aprendizagem. Como padrão comportamental decidiu-se pelos valores relativos relacionados ao tempo que um aluno estuda um tipo específico de objeto de aprendizagem e ao número de visitas a ele. Para calcular os valores relativos, os valores absolutos de tempo e número de visitas foram divididos pelo tempo total gasto no curso e pelo número total de visitas. O segundo passo era comparar os valores de uma tabela de padrões para as dimensões do modelo FSLSM com os valores resultantes do primeiro passo. O passo seguinte é inserir o resultado da comparação numa tabela do banco de dados do Moodle, tomando as informações contidas nela como dados de treinamento para a próxima etapa. O último passo é a aplicação do algoritmo de árvore de decisão construindo modelos referentes a cada dimensão do FSLSM que serviram como medida para detectar o estilo de aprendizagem do estudante.

As adaptações no curso ocorriam com a alteração de ordem dos objetos de aprendizagem, bem como com anotações de links. No Moodle, um curso é dividido por seções (áreas de conteúdo) que recebem itens (objetos de aprendizagem). O mecanismo proposto ordena estes itens de forma que o primeiro seja o mais adequado ao estilo de aprendizagem do usuário e o último seja o menos apropriado. Além disso, realiza anotação com cores e símbolos nos links para significar se um objeto de aprendizagem atende ou não à necessidade do aprendiz. Essas alterações baseavam-se na performance e objetivo educacional do aluno, representadas em dois valores: 1) o TPC de uma seção, que mede quanto do material de aprendizagem é considerado conhecido em relação ao tempo gasto pelo aluno que o está utilizando; 2) o GPC, medindo o desempenho em notas do aluno na seção específica.

A avaliação do estudo foi aplicada com uma turma de introdução à programação de computadores, no Departamento de Informática Aplicada da Universidade da Macedônia, com 139 alunos randomicamente divididos em dois grupos – um de controle com 69 participantes, e outro experimental com 70. Ambos os grupos utilizaram o mesmo material de aprendizagem, porém, tiveram acesso a versões diferentes do curso, o grupo de controle a uma versão tradicional no Moodle, e o grupo experimental à versão adaptada. Desejava-se com esta avaliação responder três questões em relação ao mecanismo implantado: (Q1) “A detecção automática do estilo de aprendizagem foi de alta precisão?” (Q2) “Ele afetou a usabilidade do sistema e motivou os alunos?”; (Q3) “Proveu mais performance ao aluno do que em um curso na versão padrão?”. Os instrumentos utilizados para responder à Q2 foram os valores TPC e um questionário de avaliação com 11 questões (sendo 6 para aspectos de usabilidade e 5 para motivacionais)

usando valores de 1 a 5 conforme a escala de Likert⁴⁷, calculando-se o alpha de Cronbach⁴⁸ para validar. Para verificar a Q1, somente ao questionário do grupo experimental, foram adicionadas 4 questões, cada uma descrevendo com termos simples o comportamento e as preferências em uma dimensão diferente do FLSM. Um exame intermediário sobre os conteúdos do curso foi aplicado para os dois grupos, a fim de responder a Q3.

Os resultados da avaliação indicaram que ambos os grupos tiveram uma resposta positiva similar quanto à usabilidade do sistema. Além disso, o apelo motivacional do sistema foi afetado positivamente pelo mecanismo adaptativo proposto, pois o grupo experimental obteve quase o dobro no TPC com 61,77% do que o grupo controle (32,95%). Quanto ao desempenho, o grupo experimental obteve uma nota média de 20,11, enquanto o controle obteve 17,33. Estes achados mostram que o mecanismo proposto contribuiu para melhorar o desempenho dos alunos. A diferença estatisticamente significativa na performance entre alunos dos dois grupos foi comprovada com o teste de Mann-Whitney⁴⁹ com um valor de p de 0,039, indicando que o mecanismo adaptativo obteve impacto positivo nos resultados de aprendizagem em comparação com os de um curso padrão no Moodle.

7 Diferenças e similaridades entre SHA e STI

SHA e STI são similares quanto às suas arquiteturas, pois fazem uso de um conjunto de conteúdos selecionados por especialistas ou agentes inteligentes, estruturam um modelo que guarda informações sobre o usuário, e adaptam-se conforme esse modelo.

Existem diferenças quanto à presença de adaptatividade e adaptabilidade no SHA e STI. A adaptatividade indica um sistema que se adapta automaticamente aos seus usuários de acordo com condições variáveis, isto é, um sistema adaptativo. Já a adaptabilidade refere-se à capacidade dos usuários que podem personalizar substancialmente o sistema por meio de suas ações diretas por si só, isto é, um sistema adaptável. Sistemas adaptativos e adaptáveis são complementares entre si.

Em STI's há baixa adaptabilidade no que diz respeito a interface, enquanto nos SHA's essa característica é essencial para o seu funcionamento. Quanto a adaptatividade, tanto STI quanto SHA têm forte presença desta característica. Os SHA's concentram-se em técnicas relacionadas a geração de uma interface mais aprimorada; já os STI's preocupam-se com o fortalecimento

47 Escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação.

48 Segundo Hora et al (2010), o coeficiente alfa de Cronbach foi apresentado por Lee J. Cronbach, em 1951, como uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa. O alfa mede a correlação entre respostas em um questionário através da análise do perfil das respostas dadas pelos respondentes. Trata-se de uma correlação média entre perguntas. Dado que todos os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição, o coeficiente α é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador.

49 O teste de Mann-Whitney ou teste U compara dois grupos independentes verificando se um grupo possui medianas superiores aos do outro. Ele é baseado nos *postos* dos valores obtidos combinando-se as duas amostras. Isso é feito ordenando-se esses valores, do menor para o maior, independentemente de qual grupo cada valor provém. Os valores de U calculados pelo teste avaliam o grau de entrelaçamento dos dados dos dois grupos após a ordenação. A maior separação dos dados em conjunto indica que as amostras são distintas, rejeitando-se a hipótese de igualdade das medianas.

de seus modelos pedagógicos e de tutor, à medida que o usuário interage com os conteúdos e atividades no ambiente.

Considerações finais

Sistemas de tutores inteligentes, sistemas de hipermídia adaptativa e ambientes inteligentes de aprendizagem podem ser utilizados em diversas áreas de conhecimento, e são desenvolvidos a partir de trabalhos já existentes que trazem novas técnicas e usos dos recursos disponíveis através da inteligência artificial.

Diversos trabalhos podem ser encontrados na literatura. Agentes inteligentes e sistemas multiagentes são amplamente utilizados no desenvolvimento de ambientes inteligentes de aprendizagem. Alguns trabalhos apresentam o desenvolvimento de agentes pedagógicos animados, que se apresentam aos alunos como tutores que ajudam e servem de suporte durante todo o processo de ensino-aprendizagem dos cursos em que estão inseridos (LUCAS *et al.*, 2005) e que utilizam objetos de aprendizagem para alimentar o ambiente com os conteúdos existentes nos repositórios (WILGES, 2007).

Estes ambientes inteligentes, implementados em sua maioria para ensino a distância (GOMES, 2003), não se limitam a essa modalidade de ensino. O desenvolvimento permanente das tecnologias da informação e comunicação permite que estes ambientes sejam utilizados também em instituições com modalidade de ensino presencial, que perceberam a importância da comunicação através de ferramentas de apoio ao ensino online, aumentando a interação entre todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Esta interação, feita basicamente entre alunos e professores, alunos e alunos ou alunos e representantes da instituição, aumenta as possibilidades de comunicação e compartilhamento de conhecimento (GIUFFRA *et al.*, 2015), e aproxima todos os usuários dos diferentes perfis da rede educacional.

Também, o uso de tutores inteligentes ou elementos artificiais (não humanos) como apoio na aprendizagem permite que estudantes recebam orientação sobre o fluxo a ser seguido dentro do curso, seja com sistemas de tutores inteligentes desenvolvidos para cursos específicos (FERREIRA e SILVEIRA, 2004), ou para sistemas desenvolvidos para serem usados para qualquer tipo de conteúdo que precise ser disponibilizado (GIUFFRA *et al.*, 2014a).

Além disso, dentro dos ambientes inteligentes, há também a preocupação pelo aprendizado diferenciado dos estudantes, no que se refere às diferentes características, que como seres individuais apresentam, seja de estilos de aprendizagem ou de habilidades cognitivas.

Pesquisas e trabalhos que desenvolvem ambientes inteligentes adaptativos, como o mostrado no exemplo do tópico anterior, trazem novas ferramentas que inserem adaptatividade a ambientes de aprendizagem (GIUFFRA, 2017). Em alguns casos, estes trabalhos facilitam o acesso a ambientes adaptativos por parte dos professores, que não precisam de conhecimentos avançados de programação para conseguir aplicar no seu próprio curso os conceitos de adaptatividade (GIUFFRA *et al.*, 2017).

Além disso, ambientes inteligentes de aprendizagem são utilizados também como recurso tecnológico para empresas, que fazem treinamentos diversos ou capacitações, e não precisam ser realizados em sua totalidade de forma presencial, já que pode-se utilizar o ambiente para fornecer o material e, se necessário, realizar avaliações sobre os conteúdos estudados, oferecendo assim, uma flexibilidade maior para as empresas e novas possibilidades, permitindo, inclusive, que o treinamento seja realizado de forma totalmente remota.

A partir do que vimos até agora, e com base nos diversos trabalhos e pesquisas existentes, podemos concluir que ambientes inteligentes de aprendizagem, em suas diversas implementações e áreas de conhecimento, assim como ambientes adaptativos, conseguem melhorar o aprendizado dos estudantes e servem como um suporte ao processo de ensino-aprendizagem.

E que tutores inteligentes facilitam o processo e o alcance de um número grande de alunos, sem limitações de horário ou localidade geográfica, por serem implementados em ambientes online.

Referências

ALMEIDA, M. E. B. **Educação a distância na internet**: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. Educação e pesquisa, São Paulo, v.29, n.2, p. 327-340, jul/dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v29n2/a10v29n2.pdf>.

ANSCHAU, Darlan. **Arquitetura de Ambiente Inteligente de Aprendizagem Utilizando Lógica Temporal**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Universidade Federal de Santa Catarina.

ALONSO, Catalina; GALLEGO, Domingo; HONEY, Peter. **Los Estilos de Aprendizaje**: Procedimientos de diagnóstico y mejora. 7ª edição. Bilbao (Espanha): Mensajero, 2007.

BARBOSA, A.T.R. **Mecanismo de adaptação baseado em redes neurais artificiais para sistemas de hipermídia adaptativos**. Tese (Doutorado). PPGEE-UFSC: Florianópolis, 2004.

BERGERON, B, inventor; Accella Learning, LLC, cessionário. **Intelligent Tutoring System**. United States patent US 8684747. 01 abril 2014.

BORDINI Rafael, VIEIRA Renata, MOREIRA Alvaro F. **Fundamentos de Sistemas Multiagentes**. In: FERREIRA, C. E. (Ed.). Jornada de Atualização em Informática (JAI'01). Fortaleza, Brasil: SBC, 2001. v. 2, cap. 1, p. 3–44.

BRENER Walter, ZARNEKOW Rüdiger, WITTIG Hartmut. **Intelligent Software Agents – Foundations and Applications**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1998.

BRUSILOVSKY Peter. (1994). **Student model centered architecture for intelligent learning environment**. In Proceedings of Fourth International Conference on User Modeling. Disponível em: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/papers/UM94.html>.

BRUSILOVSKY, Peter. "Methods and Techniques of adaptive hypermedia". **User Modeling and User Adapted Interaction**, v. 6, n. 2-3, p. 87-129, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00143964>.

CATAPAN, Araci Hack. **Pedagogia e tecnologia: a comunicação digital no processo pedagógico**. Novas Tecnologias e Educação. ABED. 2001.

CATAPAN, Araci H; MALLMANN, Elena M. e RONCARELLI, Dóris. **Ambientes Virtuais de Ensino Aprendizagem: desafios na mediação pedagógica em educação a distância**. In: Anais do Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem, Florianópolis: UFSC, 2006.

CORBETT, A. T.; KOEDINGER, K.R.; ANDERSON, J.R. 1997. **Intelligent tutoring systems**. In Handbook of Human-Computer Interaction, 2d ed., eds. M. G. Helander, T. K. Landauer, e P. V. Pradhu, 849-74. Amsterdam: North-Holland.

DANIEL, J., VÁZQUEZ CANO, E., & GISBERT, M. (2015). **The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model?** RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 12(1), 64–74.

DILLENBOURG, P., HILARIO, M., MENDELSON, P., SCHNEIDER, D., BORCIC, B., **Intelligent Learning Environments**, Project No. 4023-2701, TECFA, University of Geneva, 1993.

FELDER, R.M; SILVERMAN, L.K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. Journal of Engineering Education -Washington-. 78. 674-681.

FERREIRA FILHO, Raymundo Carlos Machado; SILVEIRA, R. A. **Implementação de sistema tutor inteligente para Geotecnia**. In: XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2004, Manaus. Manaus: SBC, 2004. p. 625-627.

FOWLER, D.G., **A Model for Designing Intelligent Tutoring Systems**. Journal of Medical Systems, Vol. 15, N.1, 1991.

FRASSON, C.; MENGELLE, T.; AIMEUR, E. **Using pedagogical agents in a multi-strategic intelligent tutoring system**. In Proceedings of the A I-ED '97 Workshop on Pedagogical Agents, pages 40-47. 1997.

FRIGO, L. B.; POZZEBON, E.; BITTENCOURT, G. **O Papel dos Agentes Inteligentes nos Sistemas Tutores Inteligentes**. World Congress on Engineering and Technology Education, São Paulo, Brasil. 2004.

GASPARINI, Isabela. **Aspectos Culturais no Modelo do Usuário em Sistemas Adaptativos Educacionais: Fundamentos, Proposta e Experimentação**. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2013. Tese (doutorado)

GIRAFFA, L. M. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais**. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 1999. Tese (doutorado).

GIRAFFA Lúcia M. M, VICCARI R. M., **The use of agents techniques on intelligent tutoring systems**. In Computer Science, 1998. SCCC '98. XVIII International Conference of the Chilean Society.

GIUFFRA, C.E.P. **Modelo de Sistema Tutorial Inteligente para Ambientes Virtuais de Aprendizagem baseado em Agentes**. UFSC. Florianópolis, SC, 2013. 92 p.; 21cm. Dissertação (mestrado).

_____. **Aplicação de um Modelo Adaptativo de Tutores Inteligentes para Disseminação de Conhecimento em Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina.

GIUFFRA C. E. P.; SILVEIRA, R. A.; NAKAYAMA, M. K. **An Intelligent LMS Model Based on Intelligent Tutoring Systems**. In: Stefan Trausan-Matu; Kristy Elizabeth Boyer; Martha Crosby; Kitty Panourgia. (Org.). *Lecture Notes in Computer Science*. 1ed.: Springer International Publishing, 2014a, v. 8474, p. 567-574.

_____. **Prototyping of an Agent Based Intelligent Learning Environment**. In: Workshop on MultiAgent System Based Learning Environments - MASLE, 2014b, Honolulu - EUA.

_____. **Using Agent Based Adaptive Learning Environments for Knowledge Sharing Management**. *International Journal of Knowledge and Learning (Print)*, v. 10, p. 278-295, 2015.

_____. (2017). **Adaptive Agent-Based Environment Model to Enable the Teacher to Create an Adaptive Class**. In: Vittorini P. et al. (eds) *Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning. MIS4TEL 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 617. Springer, Cham.

GOMES, Eduardo Rodrigues. **Um modelo de agentes inteligentes baseado na plataforma FIPA-OS para ambientes inteligentes de ensino a distância**. 2003. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Bacharelado em Ciência de Computação) - Universidade Federal de Pelotas.

HORA, Henrique RM et al. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, vol. 11, n. 2, p. 85 - 103 - UFRGS, jun-2010. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/viewFile/9321/8252>.

JOHNSON W. Lewis, SHAW Erin, GANESHAN Rajaram. **Pedagogical agents on the web**. In *Proceedings of the third annual conference on autonomous agents*. New York, NY, USA, 1999.

KAPLAN, Randy. ROCK, Denny. **New Directions for Intelligent Tutoring**. *AI Expert*, february, 1995.

KARAGIANNIS, I.; SATRATZEMI, M. An adaptive mechanism for Moodle based on automatic detection of learning styles. **Educ Inf Technol** **23**, 1331–1357 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9663-5>

KOCH, N. P. (2001). **Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems – Reference Model, Modeling Techniques and Development Process**. Tese (Doutorado). Ludwig-Maximilians-Universität Mün-chen.

LUCAS, Joel Pinho; WILGES, Beatriz; SILVEIRA, R. A. **Making Use of Fipa Multiagent Architecture to Develop Animated Pedagogical Agents Inside Intelligent Learning Environments**. In: Nineteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) - Multi-Agent Information Retrieval and Recommender Systems Workshop, 2005, Edinburgh. Proceedings, 2005. v. 0. p. 0-0.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

OLIVEIRA Cláudio L. V. **AutoExplC: sistema tutor inteligente para auxílio ao ensino da linguagem “C” baseado na aprendizagem por auto-explicação de exemplos** - Campinas: PUC-Campinas, 2005.

ÖZYURT, Ö.; ÖZYURT, H.; BAKI, A.; GÜVEN, B.; & Karal, H. (2012). **Evaluation of an adaptive and intelligent educational hypermedia for enhanced individual learning of mathematics: A qualitative study**, Expert Systems with Applications 39, (2012), pp.12092-12104.

PADGHAM Lin, WINIKOFF Michael. **Developing intelligent agent systems – a practical guide**. Wiley. 2004.

PALAZZO M. de O., J.; VALDENI de L., J; KRUG W., L; MARILZA P., A; GASPARINI, I; FERNÁNDEZ, A; DÍAZ, A. **Adaptatividade geocultural em ambientes virtuais de aprendizagem**. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, volumen 17, no 1, pp. 83-109, 2014.

PEREIRA A. T C.; SCHMITT V.; DIAS M. R. Á. C. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Livraria Cultura, 2007.

POZZEBON, E. **Tutor Inteligente Adaptável conforme as preferências do aprendiz**. UFSC, Florianópolis, SC, 2003. 114 p. Dissertação (Mestrado).

RUS, V; STEFANESCU, D; NIRAULA, N. and GRAESSER, A. C. **Deeptutor: Towards macro- and micro-adaptive conversational intelligent tutoring at scale**. In Work in Progress Learning At Scale, 2014.

RUSSEL Stuart, NORVIG Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice-Hall, Inc. 1995.

SILVEIRA, R. A. **Ambientes inteligentes distribuídos de aprendizagem**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998.

TSAI, HL; LEE, CJ; HSU, W.H. and CHANG, YH. **An Adaptive E-learning System based on Intelligent Agents**. Proceeding of the 11th International Conference on Applied Computer and Applied Computer Science, WSEAS.US, pp 139-142, Steven point, Wisconsin, April 2012.

VICCARI, R. M. - **Um tutor inteligente para a programação em lógica: idealização, projecto e desenvolvimento**. Coimbra, 1989. Tese (doutorado).

WENGER, E. **Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Cognitive Approaches to the Communications of Knowledge**. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Publishers. 1987.

WILGES, Beatriz; MATEUS, Gustavo Pereira; SILVEIRA, R. A.; NASSAR, S. M. **An Animated Pedagogical Agent as a Learning Management System manipulating Intelligent Learning Objects**. In: Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), 2007, Niigata. Advanced Learning Technologies, 2007. ICALT 2007. Seventh IEEE International Conference on. Washington: IEEE Computer Society Press, 2007. p. 186-188.

WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent systems**. 2nd. Ed. Jonh Wiley & Sons LTd. 2009.

LUDOCENTRISMO: COMO E PORQUÊ UTILIZAR NA EDUCAÇÃO

*Daniel de Sant'anna Martins
Walquiria Castelo Branco Lins*

“Divertir os outros, um dos modos mais emocionantes de existir” - Clarice Lispector

Introdução

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a educação ideal se divide em quatro pilares: aprender a ser; aprender a conviver; aprender a aprender e, por fim, aprender a fazer (DELORS *et al.*, 1998). Todos esses pilares apareceram nas preocupações dos jovens numa pesquisa realizada no Brasil, quando perguntados sobre o que eles querem da Escola (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2017). Os estudantes indicaram como alguns dos pontos fundamentais: a preparação do docente para estimular o comprometimento e a curiosidade dos alunos; o ensino e a aprendizagem conectados com o cotidiano e a prática; modelos de aprendizagem mais dinâmicos e com integração de tecnologias.

Quando analisamos o cenário da Educação, segundo a perspectiva de engajamento em pesquisas realizadas nos Estados Unidos (GALLUP, 2016), identificamos uma queda vertiginosa de cerca de 75% dos estudantes do 5º ano do ensino fundamental para cerca 32% nos últimos anos do ensino médio no número de alunos que se sentem engajados com a Escola.

Mudanças na estrutura física das Escolas, metodologias ativas de ensino e aprendizagem, reorganização curricular são algumas das mudanças propostas para a permanência dos estudantes nos espaços formais de aprendizagem. Uma permanência que esteja conectada com conhecimentos, habilidades e atitudes que façam sentido para a juventude do século XXI e que seja uma experiência instigante e motivadora.

Na pesquisa (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2017) mencionada anteriormente, a desconexão com a cultura digital foi apontada como o atributo de maior insatisfação em relação à Escola. Há um abismo entre a vida cotidiana, rica em interações com diversos aparatos digitais, e os espaços formais de aprendizagem. Tais resultados são preocupantes à medida que aparatos tecnológicos e digitais têm uma centralidade na cultura dos jovens, sendo os jogos um dos elementos principais dessa cultura. Para termos uma ideia, Gogoni (2015) indica que 82% dos jovens e adultos jogam videogames. Portanto, unem-se os aspectos digitais às características da ludicidade.

Encontramos nessa ludicidade, e em suas diversas manifestações, oportunidades ímpares de ressignificar e transformar realidades, já que são inúmeros os exemplos de sua utilização no

curso da humanidade e das civilizações. Pesquisadores têm indicado o potencial dessa ludicidade para a aprendizagem a partir dos três níveis de engajamento que promovem: cognitivo, comportamental e afetivo (DOMAGK *et al.*, 2010). Analisamos algumas das interseções da ludicidade com a educação.

1 Ludicidade e suas expressões

Do latim “*ludus*” vem o verbete “lúdico”, comumente associado a conceitos como jogo, divertimento ou distração. Ludicidade denota a “qualidade do que é lúdico” ou ainda “ludismo”. A multiplicidade de sentidos do termo é apenas um reflexo das diferentes e amplas formas de compreensão sobre o significado do lúdico e fica evidenciado no trabalho de Lopes (1998), que aponta cinco palavras que são usadas indistintamente por todos: brincar, jogar, brinquedo, recreação e lazer.

Jogar. *Play. Jouer. Spiel.* Uma mesma palavra com significados tão diversos e em momentos por vezes contraditórios entre si. Podemos verificar essa discussão no trabalho de autores como Brougère (2001) e Huizinga (2008) que analisam e associam o verbete “play” ao conceito de ludicidade. O primeiro afirma que “A própria ideia que se tem de jogo varia de acordo com autores e épocas, a maneira como é utilizado e as razões dessa utilização são igualmente diferentes” (BROUGÈRE, 2001, p.9). Ele identifica três significados distintos: a atividade lúdica (ou o ato de jogar), o sistema de regras bem definidas (que existe independente dos jogadores) e, por fim, o artefato (instrumento ou brinquedo) que os indivíduos usam para jogar.

Já Huizinga (2008, p. 41) nos diz que: “[...] *ludus* abrange os jogos infantis, a recreação, as competições, as representações litúrgicas e teatrais e os jogos de azar”. Ele traz uma percepção de que o significado vai além das ações das crianças, incluindo adultos, os povos e até os animais. Nas suas pesquisas constatou que a ludicidade se manifesta em diferentes culturas, sempre de forma patente e plural. Ainda, evidencia o caráter sacro e cerimonial da palavra, dissertando sobre a religião onde: “[...] o culto (dos Vadas) é, portanto, um espetáculo, uma representação dramática, uma figuração imaginária de uma realidade desejada” (HUIZINGA, 2008, p. 18).

Os egípcios também expressavam por meio dos jogos aspectos de sua religiosidade, que eram intrinsecamente ligados às suas atividades regulares e à formação de caráter cívico de seus cidadãos. Já os gregos possuíam duas palavras para definir jogo: a primeira *paidia*, relacionada ao brincar da criança e as formas lúdicas gerais, enfatizando ideias de despreocupação e alegria; já a segunda palavra, *agon*, remete às competições e concursos que ocupavam um lugar de destaque no mundo adulto da antiga Grécia. Para Aristóteles (BROUGÈRE, 2001, p.9), por exemplo, o jogo é entendido “como uma oposição ao trabalho, necessário para que o indivíduo repouse e recomponha a sua energia para o trabalho”. Ou seja: o jogo não se associa ao prazer ou ao lazer, estes considerados como a expressão da felicidade e da virtuosidade.

Ainda assim, segundo Abbondati Jr. e Abbondati (2007), no século XVIII, com o advento do movimento intelectual iluminista, e a reestruturação do modelo de ensino, o jogo adquiriu um caráter pueril e foi relegado ao território infantil. No entanto, com a revolução tecnológica caracterizada por grandes avanços na área da computação, encontra-se nos videogames a possibilidade de resgate dos ideais formativos dos jogos da antiguidade. Presentes em diversas

esferas culturais humanas, como nos disse Jeremy Snead, em seu documentário *Video Games: The Movie*, os jogos eletrônicos “estão por aí, e estão para ficar”.

Mas afinal, quais seriam essas diversas expressões da ludicidade, e como elas conversam com a educação? Como elas diferem-se entre si e quais as suas possibilidades? Vamos analisar!

2 O Brincar e as Brincadeiras

No livro homônimo do historiador e linguista holandês Huizinga, fica explícito que o ato de brincar (*play* no original) é considerado por alguns como mais antigo do que a própria fala e inerente a outros seres inteligentes. O autor afirma:

Se os animais são capazes de brincar, é porque são alguma coisa mais do que simples seres mecânicos. Se brincamos e jogamos, e temos consciência disso, é porque somos mais do que simples seres racionais, pois o jogo é irracional. (HUIZINGA 2008, p.6).

O brinquedo, que difere enormemente do jogo, supõe uma relação com indivíduos, notoriamente as crianças, uma indeterminação ou abertura quanto ao uso. Ele não pode ser considerado jogo por causa da ausência de um sistema de regras que organizam sua utilização. O brinquedo é um objeto que você brinca e se relaciona diretamente com uma imagem que se evoca de um aspecto da realidade. O usuário pode manipular livremente, sem a estrutura formal de um conjunto de regras. Ele promove mundos ou narrativas imaginárias, tanto em crianças como em adultos, que adquirem um papel temporário de “criador”, e que varia - principalmente nas crianças - conforme a idade e o contexto inserido (SCHELL, 2014).

O ato de brincar e os brinquedos - seja sua construção ou manipulação livre - são poderosos catalisadores do pensamento criativo, deveriam ser estimulados em todas as épocas da vida dos indivíduos. Tais considerações são bastante pertinentes para uma época que considera o pensamento criativo como uma das competências mais relevantes para os séculos vindouros (R.E. SUSSKIND e D. SUSSKIND, 2015).

3 O Jogar e os Jogos

Encontramos várias definições para o que é “jogar” e o que é “jogo”. Uma das definições mais clássicas nos é dada por Huizinga (2008, p. 33):

[...] uma atividade voluntária exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente de vida cotidiana.

Autores como Kate Sallen e Eric Zimmerman (2003) afirmam que jogo é um sistema no qual os jogadores envolvem-se em um conflito artificial, definido por regras, que determina um resultado quantificável. Já Bernard Suits (SUITS, 1978 apud MCGONIGAL, 2012, p.31) nos brinda com a deliciosa definição de que “Dedicar-se a um jogo é a tentativa voluntária de superar obstáculos desnecessários”.

Nenhum deles, no entanto, chega a uma conclusão uníssona ou definitiva, o que não invalida os estudos da área, já que, como artefatos, podem ser compartimentalizados em diversas abordagens, tendo como finalidade o estabelecimento de projetos lúdicos. O estudo desses artefatos e dispositivos, por meio de métodos e técnicas, é conhecido como ludologia que em muito colabora no campo produtivo de jogos, conhecido como **Game Design**.

Todo jogo possui potencial de ensino e o senso comum tende a rotulá-lo como atividade frívola e escapista, mas não seria ele também “retornista”? Jane McGonigal (2012) traz a reflexão do potencial de aprendizagem dos jogadores, seja em relação às habilidades que são desenvolvidas, ou competências praticadas todas as vezes em que a ação de jogar acontece. Podemos citar como competências, habilidades e atitudes: resiliência, perseverança, coragem, determinação, conhecimentos específicos relacionados com a narrativa do jogo, trabalho em equipe.

Disso resulta que jogos podem ser um verdadeiro “treinamento para vida real”, pois, por mais que fuçamos da “realidade” quando jogamos, nós retornamos para nossas vidas munidos dessas competências e métodos diferentes para solucionar problemas complexos, como os que vivenciamos atualmente na sociedade.

O que nos cabe como educadores é exercitar a reflexão e aguçar o olhar para responder às perguntas: Quais competências e habilidades cada jogo estimula? **Como** e **onde** aplicá-las na construção de uma visão de mundo mais justo e acima de tudo divertido de se viver?

4 O Design de Jogos

O design de jogos (*game design* no termo original em inglês) é uma atividade multidisciplinar que demanda competências e subsídios de diversas áreas técnicas e tem como foco a concepção, a criação e a coordenação de projetos de jogo. Atualmente, há diversidade de frameworks (ou paradigmas de produção) que auxiliam nessas tarefas, e não é possível afirmar que haja entre eles métodos perfeitos e imperfeitos, sendo todos igualmente relevantes para o desenvolvimento do campo em estudo.

Schell (2014) nos apresenta a metodologia da Tétrade Elementar dos Jogos, que divide os mesmos em quatro elementos: Estética, que cuida do campo sensorial, principalmente o imagético e tem uma ligação direta com a experiência projetada; Narrativa, que é a sequência de eventos que acontecem dentro do jogo, como a sua história ou interação do jogador com esta; Mecânicas, compreendendo todo o conjunto de regras, procedimentos e objetivos a serem alcançado pelos jogadores; e, por fim, a Tecnologia que encerra todos os componentes que podem permitir ou proibir regras e ações.

Também muito relevante é o framework MDA (*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*) de Hunicke *et al.* (2004) para a confecção de um protótipo físico, arquitetar uma interface de software, construir um argumento ou implementar uma série de experimentos controlados. A parte estática é a mais perceptível pelos jogadores, prescreve uma taxonomia criada pelos autores para descrever as sensações do jogador e definir seus padrões estéticos. Em seguida, as Dinâmicas, sistemas que criam a expressão Estética de um jogo na relação direta do jogador com suas regras. Já as Mecânicas são elementos básicos que permitem a tomada de decisão por parte dos jogadores, de suas regras, passando por seus componentes físicos.

Inúmeros são os modelos, *frameworks*, métodos ou “escolas de game design”. Entretanto, o maior valor do design de jogos é ser um campo de conhecimento interdisciplinar, que se apropria de diversas técnicas e conhecimentos de outras ciências para construção de experiências significativas, altamente engajadoras e divertidas. Quando McGonigal (2017, p.9) diz que “a realidade está quebrada, e precisamos começar a fazer jogos para consertar”, ela não poderia estar mais certa, já que no centro do pensamento de um profissional de design de jogos está sempre o jogador, que é antes de tudo um ser humano e possível agente da transformação de sua realidade.

Derryberry (2007, p.3) afirma que os *serious games* “[...] são projetados com a intenção de melhorar algum aspecto específico da aprendizagem, e os jogadores chegam aos jogos sérios com essa expectativa.” Em experiências profissionais pessoais com desenvolvimento de jogos analógicos, para promoção e exercício de habilidades socioemocionais e outras tantas habilidades relevantes em estudantes de diversas faixas etárias, foi inconcebível projetá-los sem levar em consideração a inerente diversão que os jogos possuem, pois aprender (ou ensinar) deve ser divertido; é nisso que se baseia nossa pequena contribuição para “consertar a realidade educacional”.

5 A Gamificação

É inegável o poder motivador e engajador que os jogos exercem sobre as pessoas, e o game design e seus profissionais são essenciais para projetar experiências significativas. Sendo a promoção de sentido, a motivação e o engajamento problemas críticos no atual contexto educacional, tanto por parte dos alunos, como dos professores. Na pesquisa (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2017), a primeira resposta dos jovens para a pergunta o “que esperam dos professores?” foi “gostar e ter paixão pelo que faz”. Cerca de 80% dos jovens deram essa resposta.

Pesquisadores, como Lens *et al.* (2008), afirmam que a motivação não deve ser considerada como um traço relativamente estável da personalidade, mas sim, um processo psicológico no qual interagem as características de personalidade e ambientais percebidas. Assim, a motivação dos professores pode ser modificada por meio de mudanças e estímulos nos mesmos, mas também por meio da mudança no seu ambiente de aprendizagem. Pintrich, Schunk e Meece (1996) completam essa concepção dizendo que motivação é um processo pelo qual a atividade direcionada a uma meta é instigada e sustentada, ou seja, é responsável pelo porquê as pessoas decidem fazer alguma coisa (ou seja, a significância), quanto tempo elas estão desejosas de sustentar ou expandir a atividade, e em que grau irão sustentar a atividade (ou seja, o engajamento), método esse que atende pelo termo *Gamification* (traduzido por *gamificação*).

Inicialmente criado como método aplicado em programas de marketing para internet e contextos empresariais, com a finalidade de motivar, engajar e fidelizar clientes e usuários, a gamificação pressupõe a utilização de elementos tradicionalmente encontrados nos games aplicados a outras atividades e contextos que não são diretamente associados a jogos. Tais elementos são narrativas, sistemas de feedback, recompensas, conflitos, cooperação e competitividade, metas alcançáveis, regras claras, interatividade, dentre outros.

A gamificação, portanto, reside na finalidade de obter o mesmo grau de engajamento e motivação que normalmente encontrar-se-iam em jogadores envolvidos com jogos eletrônicos bem projetados (ZICHERMANN e CUNNINGHAM, 2011).

Há diversas ferramentas e soluções de ensino gamificadas, e uma das que gostamos bastante é o ClassDojo. Trata-se de um aplicativo de comunicação para a sala de aula que conecta professores, pais e alunos no compartilhamento de fotos, vídeos e mensagens durante o dia escolar.

É possível desenvolver “botões” que premiam os estudantes com pontos, mas que na verdade são os comportamentos ou habilidades relevantes para uma disciplina específica, para sala de aula ou até para além dela. Coisas como “ajudar um amigo”, “trabalhar em equipe”, ou ainda aspectos negativos que devem ser evitados, como “chegar atrasado”, tornam-se pequenas metas, sempre visíveis e com feedbacks instantâneos. Isso somado ao uso de avatares divertidos e o senso de progresso, fazem com que esse aplicativo seja um poderoso aliado no engajamento dos estudantes.

5.1 Teorias da aprendizagem e gamificação

A teoria das inteligências múltiplas⁵⁰ trouxe luz sobre a realidade de que cada pessoa possui, uma mistura de inteligências diferentes, buscando potencializar as individualidades e colocá-las como elementos favoráveis à aprendizagem. Howard Gardner, que concebeu esta teoria, considera a inteligência uma capacidade de resolução e concepção de valor sociocultural, ele identificou e definiu oito inteligências (linguística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal ou sinestésica, intrapessoal, interpessoal e naturalista). Pensando no processo de ensino e aprendizagem, Gardner sugere que o professor possua a expertise de abordar tópicos de maneira que respeite as diversidades de inteligências entre os alunos, para tanto, ele propõe três linhas de ataque, são elas: pontos de entrada, analogias informativas e busca pela essência.

A mobilização do interesse dos alunos, mediante um tema disciplinar, concomitante ao comprometimento cognitivo com a investigação, relaciona-se ao conceito de “pontos de entrada”, de forma que os conceitos se revelam por “analogias informativas”, em direção à compreensão de tais conceitos de vários modos (GARDNER, 2013).

Os diversos recursos e ferramentas disponíveis na utilização da gamificação, possibilitam a exploração das distintas inteligências múltiplas apresentadas por Gardner, como, a aplicação de quiz e quebra-cabeças que pode ser facilmente relacionada com a inteligência lógico-matemática. Segundo Muzeka e Marquardt (2017), a utilização de um sistema gamificado, permite ao usuário desenvolver diferentes inteligências, contribuindo para sua formação profissional e em seus interesses de entretenimento e atividades. Desta maneira, um sistema gamificado torna-se relevante pelo fato de proporcionar aos acadêmicos uma maneira diferenciada de desenvolvimento educacional das inteligências múltiplas.

A aprendizagem significativa⁵¹ proposta por David Ausubel parte do pressuposto de que o aluno já detenha o significado de um conceito generalista e, ao se deparar com uma nova in-

50 Para saber mais sobre a teoria das inteligências múltiplas, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

51 Para saber mais sobre a teoria da aprendizagem significativa, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

formação mais específica, agrega-a de forma que ela se encaixe nesta âncora preexistente. Para que esta aprendizagem aconteça, há que se produzir material significativo, devendo se ater não à simples memorização, mas na significação para o indivíduo, almejando-se então que ocorra uma expansão num dado subsunçor (âncora), a fim de que este se torne mais robusto, abrangente e habilitado para ancorar novas informações. Outro fator importante para essa teoria é a de que quanto mais propenso o aluno estiver em relação ao assunto, mais conhecimento ele obterá. São duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2012).

Segundo Carvalho *et al.* (2001), a aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Ao comentar o conceito de gamificação Alves (2015) e Busarello (2016) ressaltam a possibilidade do aumento da motivação e engajamento na realização de atividades. Partindo deste pressuposto, é possível fazer uma relação com a predisposição do aluno para aprender, colocada por Moreira (2012) como uma condição para que haja uma aprendizagem significativa. Outra condição supracitada, para que ocorra uma aprendizagem significativa é o material potencialmente significativo, a utilização da gamificação como estratégia de ensino pode preencher esta lacuna, com organização e apresentação do conteúdo de forma instigante e motivadora.

Em sua teoria sociointeracionista⁵² Vigotsky destaca o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), o período em que o indivíduo é amparado até se apropriar do conhecimento e ter capacidade de realizar determinada atividade individualmente. Por isso, Vigotsky (1984) afirma que a Zona de Desenvolvimento Proximal se relaciona diretamente ao nível de desenvolvimento futuro, tendo em vista uma postura progressiva e autônoma da criança.

A utilização da gamificação em contexto educacional possibilita aos estudantes uma experiência cercada de motivações e emoções, além de gerar desafios cognitivos – algo ainda não ao alcance de alguns ou todos. Para Vygotsky é a oferta de situações com esses elementos – espaço social de compartilhamento de experiências que envolvam desafios que o indivíduo atinge somente com auxílio de terceiros ou de artefatos de mediação, e que geram “desajustes” – que caracteriza a construção de uma ZDP para a organização de um espaço de interação entre aprendizagem e desenvolvimento.

A epistemologia genética⁵³ desenvolvida pelo biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço Jean William Fritz Piaget oferece pistas para compreendermos o potencial da tecnologia aos processos de aprendizagem. Segundo Piaget (1970), o conhecimento depende de estruturas prévias ao desenvolvimento e se dá a partir da ação do sujeito em sua interação com objetos do conhecimento, sejam eles abstratos ou não. Ele associa o termo conhecimento com as nossas capacidades de organizar, estruturar e de estabelecer significados para fatos, situações, ideias, dentre outras manifestações atreladas aos fatores físicos, biológicos, psicológicos e sociais.

52 Para saber mais sobre o sociointeracionismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

53 Para saber mais sobre a epistemologia genética, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

Piaget (1970) lança mão do conceito de homeostase para afirmar que o aparelho cognitivo tende a promover compensações ativas no indivíduo em reação às perturbações exteriores. De acordo com o autor, mediante o contato com estímulos e situações capazes de provocar os chamados “desajustes ótimos”, nosso aparelho cognitivo reage em busca do restabelecimento do equilíbrio.

A utilização da gamificação propicia despertar o interesse, a curiosidade e a participação nos indivíduos, o contexto lúdico inerente à gamificação torna os processos de assimilação e acomodação mais agradáveis. Segundo Cunha (2000), para haver conhecimento, devemos conceber que o Sujeito atue para superar o desequilíbrio existente entre ele e o Objeto, isto é, para colocar-se no nível em que ainda não está. O recurso de “níveis” presentes na gamificação, possibilita a criação de situações compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo do aluno, em atividades que possam o desafiar e provocar o desajuste para que ele, buscando então a equilibração, tendo a oportunidade de agir e interagir. Assim, o processo de construção do conhecimento se torna mais simples e aprazível.

6 Game Based Learning (GBL)

O game-based learning, ou aprendizado baseado em jogos, em português, é uma abordagem que utiliza jogos, analógicos ou digitais, e tem como objetivo otimizar ou promover a experiência de aprendizagem. Como ferramentas pedagógicas, os jogos são extremamente úteis, eles podem “animar” tópicos de ensino e são especialmente eficazes para lidar com a solução de problemas e conceitos-chave. Pesquisas mostram que os jogos têm um papel especial na construção da autoconfiança dos alunos, e podem reduzir a distância entre aprendizes mais rápidos e mais lentos (LOWENSTEIN e BRADSHAW, 2001).

Como “meio”, o jogo permite o entendimento de aspectos ou questões curriculares específicas por meio de simulações e experiências imersivas, bem como se aproveitando da atitude lúdica inerente de todo jogador que é tentativa e erro e resoluções de problemas. Um caso exitoso de GBL se dá no Quest to Learn (ou Q2L). Esta é uma escola pública experimental na cidade de Nova York, para estudantes entre o sexto ano do ensino fundamental e o 3º ano do ensino médio. É a primeira escola do mundo que tem seu currículo baseado em Jogos. Ela baseia-se em sete princípios para nortear sua aplicação (TEKINBAS *et al.*, 2010):

- **Todos são participantes.** Existe uma cultura e prática compartilhadas onde todos contribuem. Isso geralmente significa que alunos diferentes contribuem com diferentes tipos de saberes;
- **O desafio é constante.** Uma “necessidade de saber” desafia os alunos a resolver um problema cujos recursos foram colocados fora do alcance;
- **A aprendizagem acontece fazendo.** Aprendizagem é ativa e experiencial. Os alunos aprendem propondo, testando, brincando e validando teorias sobre o mundo;
- **O feedback é imediato e contínuo.** Os alunos recebem feedback contínuo sobre seus objetivos de progresso, aprendizado e avaliação;

- **O fracasso é reenquadrado como “iteração”.** Existem oportunidades para alunos e professores aprenderem por meio do fracasso. Todas as experiências de aprendizado devem abranger um processo de teste e iteração;
- **Tudo está interconectado.** Os alunos podem compartilhar seu trabalho, habilidade e conhecimento com outras pessoas em redes, grupos e comunidades;
- É como se sentir numa brincadeira. As experiências de aprendizagem são envolventes, centradas no aluno e organizadas para apoiar a investigação e a criatividade.

Em terras brasileiras, é no NAVE - Núcleo Avançado em Educação, que temos uma proposta similar. O programa de ensino do Instituto Oi Futuro, com as secretarias de educação do Rio de Janeiro e Pernambuco, já formou inúmeros programadores de jogos e designers, que trabalham de forma integrada na escola de tempo integral. Com a parceria do CESAR - Centro de Estudos e Sistemas Avançados de Recife, que coordena os cursos técnicos, os estudantes não só atuam no desenvolvimento de projetos de jogos, mas utilizam-se muitas vezes de jogos como ferramenta didática. Exemplo disso é a prática didática “Tabuleiro com História” que usa os jogos de tabuleiro contemporâneos para entender conteúdos curriculares por vezes muito abstratos, como feudalismo, mercantilismo, medievalismo, justamente por proporcionar experiências imersivas e significativas.

Considerações Finais

Jogar, *Play, Jouer, Spiel*. Uma mesma palavra com significados tão diversos e, ainda assim, não massificada no contexto educacional fora da esfera infantil. A criminalização do lúdico vigente no discurso de nossa sociedade contemporânea precisa ser combatida, já que inúmeros são os benefícios que podem promover, quando utilizados por pessoas com o correto letramento lúdico.

Diz-se que analogia é um processo cognitivo de transferência de informação ou significado de um sujeito particular para outro particular, e pode significar uma expressão linguística, correspondendo a este processo. A ludicidade, e sua expressão mais conhecida, os jogos, tem potencialidades inúmeras de transferência de informação e promoção de significado que seriam muito bem-vindos ao contexto educacional atual.

Existe ainda uma analogia comumente associada aos jogos que diz que “a vida é como um jogo”. Jane McGonigal (2017) nos diz que “quando você remove as diferenças de gênero e as complexidades tecnológicas, todos os jogos compartilham quatro características: um objetivo, regras, um sistema de feedback e participação voluntária”. Nesse sentido, a vida de fato é como um jogo: que não tem objetivos definidos, regras claras, um sistema de feedback eficaz e que nos obriga a participar de atividades e contextos que não queremos. Todavia, todo jogo é projetado para ser vencido; logo, se a vida é como um jogo, **“A vida é para ser vencida”!**

Referências

ABBONDATI JUNIOR, L.; ABBONDATI, L.V. **Jogos & Soluções Interativas: sua importância para o universo corporativo, a educação, a saúde e as relações interpessoais no séc. XXI**. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora Ltda, 2007.

ALVES, Flora. **Gamification-como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática**. 2 ed. São Paulo: DVS, 2015.

BROUGÈRE, G. **Brinquedo e cultura**. 4 ed. São Paulo: Cortez (Coleção questões da nossa época), 2001.

BUSARELLO, Raul. **Gamification princípios e estratégias**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

CARVALHO, A. C. B. D. de.; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. **Aprendizagem significativa no ensino de engenharia**. Revista Produção, v. 11, n. 1, p. 81-90, nov/2001. Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/20/st/q/q105.pdf>

CHEN, S.; MICHAEL, D. **Serious Games: games that educate, train and inform**. USA, Thomson Course Technology, 2005.

CUNHA, M. V. **Psicologia da Educação**. Rio de Janeiro: Editora DP&A, 2000.

DERRYBERRY, Anne et al. **I'm Serious. net. Serious games: online games for learning**, 2007.

DELORS, J.; AL-MUFTI, I.; AMAGI, I.; CARNEIRO, R.; CHUNG, F.; GEREMEK, B.; GORHAM, W.; KORNHAUSER, A.; MANLEY, M.; QUERO, M.P.; SAVANÉ, M.; SINGH,

K.; STAVENHAGEN, R.; SUHR, M.W.; NANZHAO, Z. **Educação um tesouro a descobrir:**

Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo-Brasília, UNESCO-Cortez Editora-UNESCO no Brasil, 1998.

DOMAGK, S.; SCHWARTZ, R. N.; PLASS, J.L. Interactivity in multimedia learning: An integrated model. **Computers in Human Behavior**, v. 26, n. 5, p. 1024-1033, 2010.

GALLUP. **Gallup Student Poll 2015 Results**. Omaha, NE. 2016. Disponível em <<http://bit.ly/2iFulnI>>. Acesso em 15 de julho de 2019.

GARDNER, Howard. **Teorias Contemporâneas da aprendizagem**. Editora Penso: Porto Alegre-RS, 2013.

GOGONI, R. Brasil Gamer: 82% dos jovens e adultos jogam videogames. **MeioBit**, 2015.

Disponível em:

<<https://meiobit.com/328936/brasil-pesquisa-npd-82-por-cento-populacao-entre-13-59-anos-joga-m-entre-pcs-controllers-mobile-e-portateis/>> Acesso em: 06 de fevereiro. 2016.

- HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 4 ed. São Paulo: Editora Perspectiva, (original 1971), 2008.
- HUNICKE, R.; LeBLANC, M.; ZUBECK, R. (2004, July). MDA: A formal approach to game design and game research. **Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI**, v. 4, n. 1, p. 1722, 2004.
- LENS, W.; MATOS, L.; VANSTEENKISTE, M. **Professores como fontes de motivação dos alunos: o quê e o porquê da aprendizagem do aluno**. Educação: Porto Alegre, v.31, n.1, 2008.
- LOPES, M. C. **Comunicação e ludicidade na formação do cidadão pré-escolar**. 1998. Tese (Doutorado em Ciências e tecnologias da Comunicação) – Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 1998.
- LOWENSTEIN, A.J; BRADSHAW, M.J.(Eds.) **Fuszard's innovative teaching strategies in nursing**. Massachussets, Jones & Bartlett Publishers, 2001.
- McGONIGAL, J. **Big Think - Gaming: Truths & Myths** (vídeo legendado), 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=74OueUPITn8>> Acesso em 13 de novembro de 2020.
- MOREIRA, M. A. **Al final qué es aprendizaje significativo?** Revista Currículum, La Laguna, n.25, p.29-56, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>
- MUZEKA, Igor & MARQUARDT, Eduard. (2017). **Gamificação e o Desenvolvimento das Inteligências Múltiplas no Ensino Superior**. Revista FSA. 14. 109-124.10.12819/2017.14.6.6.
- PIAGET, J. **A Construção do real na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.
- PINTRICH, P.; SCHUNK, D.; MEECE, J.L. The role of expectancy and self-efficacy beliefs. **Motivation in education: Theory, research & applications**, 3, Pearson Education, 1996.
- SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Regras do jogo: fundamentos do design de jogos. Vol.1**. São Paulo: Blucher, 2012.
- SHELL, J. **The Art of Game Design: A book of lenses**. AK Peters/CRC Press, 2014.
- SNEAD, J. In: **Video Games: The Movie**. Variance Films. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iAm_X1sDbyQ>. Acesso em: 16 de julho de 2020.
- SUITS, B. **The grasshopper: Games, life and Utopia [1978]**. Orchard Park, NY, Broadview, 2005.
- SUSSKIND, R.E.; SUSSKIND, D. **The future of the professions: How technology will transform the work of human experts**. Oxford, Oxford University Press, USA, 2015.
- TEKINBAS, K. S.; TORRES, R.; WOLOZIN, L.; RUFO-TEPPER, R.; SHAPIRO, A. **Quest to learn: Developing the school for digital kids**. Massachussets, MIT Press, 2010.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. Ensino Médio: O que querem os jovens? **Site Todo pela Educação**. 02 de maio de 2017. Disponível em

<<https://www.todospelaeducacao.org.br/conteudo/pesquisa-ensino-medio-o-que-querem-os-jovens>>. Acesso em 15 de julho de 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps**. O'Reilly Media, Inc., 2011.

A ROBÓTICA NA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA: CONTRIBUIÇÕES À PRÁTICA EDUCATIVA

Dêmis Carlos Fonseca Gomes

Damião Rocha

Pertencemos a uma cultura em que é inegável a presença da tecnologia, e o professor que não souber trabalhar com plataformas, ambientes e objetos virtuais de aprendizagem não terá emprego na sociedade do conhecimento futuramente. (ROCHA, 2012, p. 183).

Introdução

O amplo crescimento das inovações tecnológicas nos vários setores da economia mundial tem impulsionado as diversas esferas de produção, inclusive as do conhecimento. E, a partir da crescente necessidade de um ambiente escolar que acompanhe o avanço tecnológico do mundo contemporâneo, observa-se a motivação para a utilização da robótica como instrumento de ensino e aprendizagem nas escolas, podendo esta ser um exemplo de construção de modelo educativo inovador e eficaz em sua proposta.

Tal modelo consiste na criação de ambientes de aprendizagem contendo materiais compostos dos mais diversos tipos, marcas e modelos, com peças modulares e controláveis por computador através de *softwares* que permitem a alunos e professores programarem o funcionamento dos protótipos (robôs) criados. Este ambiente tecnológico apresenta indícios de um dado nível de interação, a qual cria uma atmosfera de envolvimento por parte dos alunos e professores engajados nas mais diversas áreas do conhecimento, vivenciando na prática os conceitos vistos em sala de aula.

A palavra Tecnologia vem do grego *τεχνη* que significa técnica, ofício, e *λογία*, estudo da análise organizada sobre as técnicas, procedimentos, métodos, regras, âmbitos ou campos da ação humana (FERREIRA, 2010).

No ambiente escolar, por exemplo, e por meio de um bom planejamento pedagógico, as tecnologias podem elevar a educação de um aluno passivo, limitado à pura e simples acumulação de conteúdo, ao nível do ativo, não tendo mais o professor o papel de um mero difusor do conhecimento, baseado no modelo clássico cartesiano “professor-conteúdo-aluno”, ou “emissor-mensagem-receptor”.

Seguindo a mesma linha de pensamento, Rocha (2012, p. 183) acredita que “as salas de aulas com mesas enfileiradas e alinhadas desaparecerão, pois, a educação na era da conexão sem fio, se baseará em redes de fluxos, colaboração e interatividade”.

Logo, Lemos (2015) e Lévy (1999) nos levam para o caminho da cultura digital, acreditando que depende de nós, agentes, decidirmos como utilizá-la, se para fortalecer as desigualdades, ou empoderar os humanos de ciência e possibilidades de crescimento social. Neste mesmo sentido “[...] a tecnologia não pode ser vista como uma simples mediadora na relação do homem ao mundo” (LE MOS, 2015, p. 179). Para este teórico, a relação homem-técnica é um contínuo, não podendo insistirmos numa separação entre os humanos e seus artefatos, ou seja, nos completamos.

E, neste ínterim, surge a robótica como um objeto para o desenvolvimento do aprendizado, considerada por Lemos (2015, p. 184), como um exemplo da “utilização das novas tecnologias pela arte, aliando informática e meios de comunicação [...]”, o que ele chama de “ciberarte” ou “arte eletrônica”, assim como a multimídia, a realidade virtual, a arte holográfica, a informática, e obviamente, o teatro, a dança e a música tecnoeletrônica, também o são.

Percebe-se, sob essa ótica, que o modelo baseado na colaboração e interatividade pode ser uma das vias para a educação de excelência, onde a robótica pedagógica pode atuar de forma inclusiva, tecnológica e social, integrando de maneira efetiva a comunidade escolar e a sociedade. Ela tem a potencialidade de influenciar positivamente o processo de ensino e aprendizado, estimulando professores e estudantes a trabalharem juntos.

Para a Olimpíada Brasileira de Robótica - OBR (2018a), “[...] a robótica tende a se tornar uma das dez maiores áreas de pesquisa na próxima década”, devendo ser explorada, desde a idade juvenil e em ambiente escolar, a qual “[...] é uma tecnologia emergente que tem se tornado elemento praticamente obrigatório nas escolas modernas devido à sua possibilidade de atuação em diversas dimensões” (OBR, 2018a).

Mataric (2014, p. 346) ressalta ainda o fato de a robótica ter se mostrado como uma excelente ferramenta de aprendizagem, não somente da robótica em si, mas também de conteúdos ligados à ciência (em geral), tecnologia, engenharia e matemática, conhecidos como tópicos STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*), áreas do conhecimento com disponibilidade de empregos e salários.

Acreditamos que para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, a sociedade moderna necessita reunir conhecimentos de engenharia mecânica, elétrica, mecatrônica, computação, além de informações provenientes de outras ciências, tais como psicologia, neurociência e biologia. Essa visão traz consigo a percepção de que bons profissionais deverão romper as barreiras da disciplinaridade, munindo os conteúdos de significado por meio da integração da teoria e da prática. Rocha e Gomes (2018, p. 48) corroboram com este pensamento ao observarem que “entender a robótica como interdisciplinar é investigá-la além das fronteiras disciplinares”, porém, sem menosprezar os conteúdos em suas especificidades e compartimentalização.

1 A trajetória da Robótica

1.1 Recorte histórico

De acordo com Mataric (2014, p. 18), não é possível apontar onde surgiu a ideia de um robô ou qualquer tipo de máquina que poderia auxiliar seres humanos em suas tarefas diárias, todavia, a palavra “robô” apareceu pela primeira vez em 1921, conforme Romero *et al.* (2014, p. 5), em uma peça do dramaturgo tcheco Karel Čapek, intitulada “Rossum’s Universal Robots” ou, na tradução literal, “Robôs Universais de Rossum”, e que, conforme Mataric (2014, p. 17), o termo deriva da combinação das palavras tchecas *rabota*, que significa “trabalho forçado” e *robotnik*, que significa “servo”.

Podemos considerar as tartarugas de Willian Grey Walter como sendo os primeiros robôs modernos da história. Conforme Mataric (2014), estas máquinas em forma de tartarugas, eram robôs simples, construídos (em 1940) com três rodas e cobertos com uma concha plástica transparente, capazes de procurar ou ir em direção à luz, afastar-se dela, desviar de obstáculos e recarregar a sua bateria.

Já em 1954, a Cravens Company instalou dentro de sua fábrica o primeiro veículo guiado automaticamente. Este veículo, conforme Romero *et al.* (2014, p. 5), realizava entregas entre pontos dentro de um determinado ambiente através de cabos magnéticos ou fitas presentes no solo.

Dois anos depois, a Unimation fabricou o primeiro braço manipulador robótico, conforme Romero *et al.* (2014, p. 5), bem mais sofisticado do que o braço robótico do Projeto Manhattan, construído para manipular materiais radioativos durante a segunda guerra mundial.

E, apesar da história nos remeter a robôs como sendo máquinas que realizam trabalhos obrigatórios (forçados), compostos apenas por dispositivos mecânicos especiais, com o avanço da ciência e da tecnologia, a definição de robô tornou-se mais sofisticada ao longo deste processo histórico.

Logo, na contemporaneidade, temos os robôs domésticos, como o Roomba, criado pela empresa norte-americana iRobot e lançado em 2002 (IROBOT, 2018). Temos ainda o projeto financiado pela empresa, também norte-americana, Google, que desenvolveu um carro que se autodirige. Na área da saúde podemos citar o robô Da Vinci, um sistema robótico cirúrgico para operações minimamente invasivas. Na indústria, é de grande notoriedade a presença dos robôs, e “a linha de montagem é o melhor exemplo” (RUSSEL e NORVIG, 2013). São máquinas que manipulam, montam, substituem, transportam, pintam e soldam peças nos seus mais diversos tamanhos. Na agricultura podemos ver robôs que plantam e colhem, escavam e mineram, diminuindo os riscos para os humanos.

E, assim, os aspectos apresentados nos mostram que os resultados do desenvolvimento tecnológico em robótica estão cada vez mais presentes na vida humana, nos levando a uma dinâmica de realidade cada vez mais automatizada. Uma verdadeira “invasão” de robôs!

1.2 Definições e características técnicas de um robô moderno

Primo (2003) alerta para o fato de que a tecnologia, por si só, não é a solução para a aprendizagem de forma significativa, sendo necessária a articulação entre os agentes envolvidos.

Sob essa ótica surge o robô como um objeto para apoiar o processo de aprendizagem. E sendo ele uma tecnologia emergente, com possibilidade de atuação nas mais diversas dimensões, verifica-se a necessidade de conhecer como é composto, através de dois pontos a serem considerados: físicos e lógicos (aqueles que controlam a máquina).

Mataric (2014, p. 19) conceitua um robô como sendo “um sistema autônomo⁵⁴ que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos”. Para esta autora, existir no mundo real é uma propriedade fundamental dos robôs, pois é lidar no mundo físico, com suas leis e desafios que tornam a robótica um assunto complexo.

E, pelo mesmo viés, Romero *et al.* (2014, p. 6) descrevem um robô como,

[...] uma máquina capaz de executar tarefas repetitivas, sejam elas guiadas (teleoperadas⁵⁵) ou pré-definidas (pré-programadas), mas também é capaz de realizar tarefas de modo inteligente (autônomo), sendo capaz de perceber o ambiente, tomar decisões e agir conforme a situação em que se encontra.

Nota-se de ambos os autores uma conceituação moderna de robô, isto é, aquele dispositivo existente no mundo físico, capaz de obter informações a sua volta através de seus sentidos (sensores), tomando decisões e agindo conforme suas próprias percepções.

E assim sendo, a robótica é o estudo destes dispositivos, ou seja, tecnicamente “a robótica é o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional” (MATARIC, 2014, p. 21).

Neste contexto, e até então, já pode ter surgido a pergunta: “mas e aí, do que um robô é feito?” Para Mataric (2014), os principais componentes de um robô moderno são: seu corpo físico, pois precisa existir no mundo real, seus sensores, através dos quais ele possa ter percepções do ambiente, e seus controladores para que ele possa ser autônomo.

Assim como nos seres humanos, os comportamentos ou as ações tomadas pelo robô são controladas pelo seu “cérebro”. E, em se tratando de seres artificiais (robôs), esses “cérebros” são programados de forma a combinar o que eles sentem e as suas ações, ou seja, esses “cérebros” são programas de computador escritos em alguma linguagem de programação⁵⁶, porém, não estando previamente gravada a sequência de passos que o mesmo deve tomar, já que este deve ser autônomo.

54 Conforme Mataric (2014, p. 20), o termo autonomia é aplicado àquele sistema (robótico) que atua com base em suas próprias decisões, não sendo controlado por mãos humanas. Sendo que, para a tomada dessas decisões, a máquina faz uso de sensores, dos mais diversos, para perceber (ouvir, tocar, ver, cheirar etc.) o ambiente e obter informações do mundo à sua volta.

55 *Tele* significa “distante” em grego, de modo que “teleoperação” significa operar um sistema a distância. (MATARIC, 2014, p. 20)

56 De acordo com Papert (1985, p. 18), “programar significa, nada mais, nada menos, que comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele quanto o homem podem ‘entender’”.

Dessa forma, a sociedade que se impactou com a chegada dos computadores pessoais na década de 1980, deslumbrou-se com a Internet na década de 1990, provavelmente verá tudo o que puder ser automatizado nos próximos 50 anos. Logo, em uma perspectiva humanística, verifica-se a necessidade de revisão na estrutura educacional, adequando-a de modo a permitir às pessoas lidarem com estas novas soluções.

2 Aspectos da Robótica na perspectiva pedagógica

A educação é um campo fértil para o uso da tecnologia. Podemos citar exemplos como: a utilização de simulações em experimentos nas disciplinas de ciências em geral, tais como física e química; a gamificação que torna a aprendizagem mais motivadora e dinâmica. Enfim, existe uma gama de possibilidades, onde é possível aplicar as tecnologias existentes para criar situações de ensino-aprendizagem.

Conforme Rocha (2012), pertencemos a uma cultura em que é inegável a presença da tecnologia, e “o professor que não souber trabalhar com plataformas, ambientes e objetos virtuais de aprendizagem não terá emprego na sociedade do conhecimento futuramente” (ROCHA, 2012, p. 183).

Verifica-se que a robótica está muito mais próxima da vida das pessoas do que é possível imaginar. As máquinas – cada vez mais automatizadas – facilitam o trabalho do homem. “Temos hoje à nossa disposição vários dispositivos e máquinas digitais que com o aperfeiçoamento da robótica e da inteligência artificial mudaram a vida atual.” (ROCHA, 2012, p. 182).

Por esse motivo, fortemente ligado à vida cotidiana, a robótica pode ser uma aliada eficaz no processo de aquisição do conhecimento, visto que apresenta características que levam a uma aprendizagem ativa, interativa, dialogal e participativa. Nesse processo o aluno é o sujeito da construção do conhecimento, permitindo a aderência de vários recursos tecnológicos em situações de ensino-aprendizagem de uma forma lúdica e interessante.

EducaBrasil (2017) define “robótica educacional”, ou “robótica pedagógica”, como sendo o termo para caracterizar ambientes específicos destinados à aprendizagem e que reúnem materiais de sucata ou conjuntos comerciais que permitem a programação de alguma forma dos protótipos montados.

Espera-se que ambientes de aprendizagem dessa natureza proporcionem e/ou facilitem, além de um ambiente mais lúdico de aprendizagem através da prática (em que os alunos têm a opção de montar, desmontar e programar suas próprias criações), também a reflexão de que os projetos ali criados podem gerar em âmbito social, cultural e político. Também devemos nos preocupar que a robótica, se utilizada com prudência e um bom planejamento, não conduza a um ensino meramente tecnicista, desprovido de elementos facilitadores da autonomia e da aprendizagem com significância para o estudante. E assim, a escola desempenha seu devido papel como órgão da sociedade do conhecimento, na forma de um espaço para aquisição e discussão ativa nas diversas áreas do conhecimento e seus diversos impactos na comunidade.

E, para que isto ocorra, ou seja, para que exista este ambiente educativo propício ao ensino através da robótica, é necessária a utilização de ferramentas para a montagem e programação

dos robôs. Quanto ao ambiente (físico) propício para a robótica na perspectiva pedagógica, pressupõe-se que existam, além de professores e alunos, ferramentas, como computadores para a programação dos robôs, e peças necessárias para a montagem dos mesmos: blocos, polias, engrenagens, eixos, correntes, rodas, esteiras, motores, sensores, cabos para comunicação entre o controlador e seus dispositivos e outros materiais necessários para a montagem dos protótipos (GONÇALVES, 2007; FERNANDES, 2013; JÚNIOR, 2011; CASTRO, 2008).

2.1 Ferramentas utilizadas em robótica no ambiente educativo

As aulas que se utilizam da robótica podem impor desafios aos participantes dentro de diversas temáticas: aquecimento global, resgate de vítimas, futebol de robôs, dança, viagem ao espaço, ou ainda aqueles ligados aos componentes curriculares, a partir da interação dos participantes e os recursos tecnológicos existentes de *hardware* e *software*.

O *hardware*, aqui citado, se refere ao conjunto mecânico necessário para a montagem dos robôs, sendo componentes físicos que, juntos, dão forma ao protótipo. Já o *software*, envolve uma ferramenta de programação que dá “vida”, propiciando ações à “criatura” robótica. Trata-se de um programa de computador que possibilita que o aluno instrua o robô para agir conforme as suas percepções. Segundo Silva (2001, p. 1), o software é parte integrante desse “novo ambiente comunicacional baseado na Internet, no site, no game [...]”, e tem como princípio a interatividade, dentro da proposta da robótica na escola.

Em relação ao *hardware*, podemos citar os conjuntos comerciais e os de sucata (robótica livre). Entende-se por comerciais os conjuntos fabricados e comercializados por empresas para fins educativos, dentre os quais podemos citar os conjuntos fabricados pela LEGO, Modelix, Alpha Mecatrônica, Arduino, GoGo Board, Fischertechnik e outros. Conforme Gonçalves (2007), o sistema LEGO/LOGO foi o primeiro conjunto de construções robóticas amplamente disponibilizado no mercado da robótica na escola, produzindo o movimento que hoje conhecemos como Robótica Pedagógica (JÚNIOR, 2011).

Podemos verificar a diversidade de conjuntos e fabricantes para a montagem dos modelos robóticos em sala de aula, que vão desde minifábricas, robôs móveis, braços mecânicos, robôs com rodas, esteiras ou pernas, e onde mais a imaginação dos estudantes puder chegar.

Quanto ao *hardware* envolvendo materiais de sucata (não-comerciais), conforme Fernandes (2013), são aqueles cujos componentes são oriundos de sucata tecnológica, como CD's, leitores de discos diversos, impressoras, aparelhos de som ou computadores descartados, porém, úteis para a montagem da carcaça de um robô.

Ainda conforme esse autor, conjuntos com materiais de sucata, em muitos casos, não possuem, em sua totalidade, os requisitos mínimos para serem utilizados em aulas utilizando-se da robótica, pois, apesar de terem um baixo custo, por se tratar de material reaproveitado, não possuem a boa qualidade oferecida pelos conjuntos comerciais, contudo, são um bom ponto de partida para o trabalho com robótica em sala de aula. Na robótica livre podemos aproveitar qualquer material para fazer o chassi do robô, desde uma escova de lavar roupas às carcaças de computador. E para a movimentação, motores de unidades de disquete ou CD, de impressoras

e outros equipamentos podem auxiliar a dar vida ao protótipo, mesmo que não possuindo a idêntica qualidade de um equipamento comercial.

Já em relação aos *softwares* utilizados para programar as ações dos robôs, montados a partir de sucata ou de conjuntos de robótica (*hardware*), estes fazem uso de alguma linguagem de programação, isto é, a partir de um conjunto de instruções dadas pelo usuário, as quais são enviadas para um robô, fazem com que ele se comporte de determinada maneira, como ir para frente ou para trás, desviar de obstáculos etc.

Observa-se que, para os conjuntos comerciais, cada fabricante oferece juntamente com o *hardware*, o seu *software*, que utiliza determinada linguagem de programação, como por exemplo: Linguagem de programação gráfica em formato de blocos para os conjuntos LEGO, Linguagem de programação textual para os conjuntos Arduino (baseado em C/C++) e Linguagem de programação gráfica em formato de fluxograma para os robôs baseados em *kits* Fischertechnik.

3 Formas de abordagem da Robótica do ponto de vista da aprendizagem e suas aplicações na escola

Uma abordagem válida, quando se trabalha com robótica pedagógica, é através da formação de grupos onde os estudantes cooperaram de forma saudável. Por essa abordagem faz-se necessário o cuidadoso planejamento de suas atividades de forma a estimular o trabalho em equipe e a interação entre os participantes no processo de aprendizagem. Para isso, é necessário identificar a estrutura social dos estudantes para uma melhor condução das ações e a competitividade entre grupos pode ser utilizada como fator motivador para a busca do conhecimento. Também é importante atentar-se às possíveis alterações nos envolvidos durante o processo, de forma a garantir um melhor rendimento dos estudantes nas disciplinas do seu dia a dia, tendo em vista, a robótica, na maioria dos casos nas escolas no Brasil, não fazer parte do currículo, mas integrar os conhecimentos deste no ambiente escolar.

Contudo, não apontamos somente essa abordagem cooperativista em se tratando da aprendizagem através da robótica, abordagem esta que aproxima-se da teoria sociointeracionista⁵⁷ do autor soviético Lev Semenovich Vigotsky, o qual enfatiza que as experiências de aprendizagem devem estruturar-se de modo a privilegiarem a colaboração, cooperação e interações entre os indivíduos, que devem se relacionar para a busca conjunta do conhecimento, o que para este autor favorece a aprendizagem, mas também apontar indícios da presença de teorias, como o construtivismo⁵⁸ de Jean Piaget, o construcionismo⁵⁹ de Seymour Papert, e a aprendizagem significativa⁶⁰ de David Ausubel.

57 Para saber mais sobre o sociointeracionismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

58 Para saber mais sobre o construtivismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

59 Para saber mais sobre o construcionismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

60 Para saber mais sobre a teoria da aprendizagem significativa, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

Ressalta-se que não há a intenção de conceituar de forma concisa todas as teorias da aprendizagem, mas buscar uma aproximação de algumas delas com a aprendizagem utilizando-se da robótica em ambiente educativo.

Sendo assim, podemos visualizá-la também dentro da abordagem proposta por Piaget ao conceber o construtivismo, porém, não a ancorando, assim como a primeira citada (sociointeracionista), como arcabouços principais para o ensino e conseqüentemente a aprendizagem na contemporaneidade, pois à época de suas gêneses, o processo de ensino nas escolas era desprovido de tecnologias digitais.

Em uma abordagem construtivista, o sujeito aprendente exerce um papel ativo para criar e modificar suas representações do conhecimento através de um objeto de aprendizagem, tendo o professor o papel de mediador deste conhecimento, criando condições para que os alunos vivenciem situações em que eles próprios construam seus saberes.

Logo, o ensino através da robótica sob a abordagem Piagetiana é visto através de um ambiente de aprendizagem: com menos alunos, com menor interferência do professor, com ambiente organizado a promover uma maior interação entre os estudantes (não há cadeiras enfileiradas umas atrás das outras), além de avaliações da aprendizagem feitas de forma contínua e interdisciplinar.

Já sob a ótica de Papert e a teoria construcionista, a aprendizagem só ocorre quando o sujeito constrói um objeto de interesse, seja ele, um desenho, um mapa, um programa de computador ou até mesmo um robô. Esta abordagem de aprendizagem implica numa interação sujeito-objeto, fazendo-se uso, para o caso da robótica, de trabalhos manuais para a construção do protótipo e uma linguagem de programação para dar comportamento ao artefato construído (robô).

E sob o prisma de Ausubel, defensor do construtivismo de Piaget, a aprendizagem ocorre quando o sujeito constrói conhecimentos a partir de seu conceito prévio, que ele chama de subsunçor. Nesta teoria da aprendizagem, as ideias mais gerais de um conteúdo devem ser apresentadas primeiro, para então serem especificadas progressiva e detalhadamente.

A teoria de aprendizagem deste último, segundo Moreira e Masini (2006), parte da ideia central de que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, onde uma nova informação aprendida, construída no ambiente de aprendizagem, interage com uma estrutura de conhecimento específica, formando o processo que Ausubel chama de aprendizagem significativa ou cognitivista.

A robótica dentro desta abordagem é vista quando o estudante constrói conhecimento, relacionando os conceitos já aprendidos nas aulas de física, matemática, inglês e outras disciplinas, por exemplo, e assim encontrando sentido ao que está aprendendo em áreas específicas de sua vida escolar.

Nas escolas de todo o Brasil a presença da robótica em sala de aula vem crescendo a cada ano. Conforme OBR (2018b), o número de participantes na Olimpíada Brasileira de Robótica aumenta a cada edição do maior evento da categoria no país para estudantes dos ensinos fundamental e médio. Em 2018 foram mais de 140 mil participantes, dentre os quais, ainda de acordo com OBR (2018b), 57% eram estudantes de escolas públicas e 43% de escolas particulares.

A robótica na escola é comumente utilizada para o ensino dos fundamentos de programação, assim como o fomento para o trabalho coletivo e colaborativo entre os alunos participantes, buscando integrar ainda, através de competições como a OBR, estratégias e a construção dos robôs aos conhecimentos do currículo escolar.

Com a utilização da robótica, é possível a aplicação de cálculos da física, vistos no dia a dia de sala de aula dos alunos, misturados a princípios da matemática, da química, das línguas estrangeiras, engenharias e interpretação das várias situações corriqueiras do mundo para dar instruções aos robôs, tudo isso de forma interdisciplinar e bem natural, ou como dizem os alunos: “nada dolorosa”.

Dessa forma, espera-se que ambientes de aprendizagem que utilizam a robótica como ferramenta de ensino proporcionem e/ou facilitem, além de um ambiente educativo mais lúdico com a prática através da construção dos objetos de aprendizagem (construcionista) e conhecimento desenvolvido pelos próprios aprendentes (construtivista), a partir do que já é conhecido por eles durante sua estadia na sala de aula (significativa), a reflexão em relação às implicações que os projetos ali criados possam gerar em âmbito sociocultural e político.

Considerações Finais

Buscou-se neste capítulo, apresentar a robótica na perspectiva do trabalho pedagógico. Em vista disso, a robótica pode tornar-se potencializadora de práticas socioeducacionais, seja em ambiente educativo ou em espaços não escolares.

Outrossim, é uma possibilidade de trabalho interativo que contribui para o desenvolvimento cognitivo, conceitual, atitudinal de adolescentes e jovens, por ser mobilizadora de autoaprendizagem dentro ou fora de sala de aula.

Assim, a robótica pode ser trabalhada na perspectiva técnico-científica, e ser considerada uma tecnologia social, ao promover o trabalho colaborativo, coletivo e a liberdade para apreender, construir e reelaborar procedimentos e conceitos.

Caracteriza-se, também, pelo seu aspecto disruptivo em relação ao modelo hierárquico “professor-conteúdo-aluno” na perspectiva de um ensino massificante e passivo, que se centra no papel do professor como agente de comunicação unidirecional, o que influencia as “memórias” de jovens estudantes, reforçando o declínio do modelo de ensino transmissivista de uma geração que vive conectada no universo cibercultural.

O trabalho com robótica no ambiente educativo poderá desenvolver-se de forma colaborativa, visto que possibilita aos jovens aguçar a curiosidade científica, o senso crítico, a articulação teoria e prática, relacionando os fenômenos em seus aspectos tecnológico, artístico e social.

A robótica, na perspectiva pedagógica, contribui também para a compreensão das áreas de conhecimento do ensino médio e superior (linguagens, códigos e suas tecnologias), estimulando no aluno a capacidade de raciocínio, aplicação de regras lógicas e conhecimentos prévios, de aprendizado com erros e acertos, agilidade e eficiência, e fazer inferências.

Não obstante, o trabalho pedagógico com a robótica, considerada como um ramo da educação tecnológica, perpassa por problemas de escassez de recursos e pelo modismo tecnológico, devendo ser utilizada com cautela e planejamento.

É importante assumir o desafio de desvendar essa tecnologia e dar à robótica o papel de potencializar os processos de ensino e aprendizagem, favorecendo a educação (CASTELLS, 2003).

Referências

- ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- CASTELLS, Manuel. **A Galáxia da Internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar, 2003.
- CASTRO, Viviane Gurgel. **Roboeduc**: especificação de um software educacional para o ensino da robótica às como uma ferramenta de inclusão digital. Dissertação de mestrado. Natal, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.
- EDUCABRASIL. Dicionário interativo da educação brasileira. **Verbetes robótica educacional**. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/cat/dic>>. Acesso em: 03 fev. 2017.
- EDUCACIONAL, Atto. **Atto**. Disponível em: <<http://attoeducacional.com.br/produtos/>>. Acesso em: 13 fev. 2018.
- FERNANDES, Costa. **S-Educ**: um simulador de ambiente de robótica educacional em plataforma virtual. Dissertação de Mestrado. Natal, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Miniaurélio**: o dicionário da língua portuguesa. 8^a. ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- FISCHERTECHNIK, Studica fischertechnik & its affiliates. **Fischertechnik**. Disponível em: <<http://www.fischertechnik.biz/ft/en/Robotics/>>. Acesso em: 14 fev. 2018.
- GONÇALVES, Paulo Cesar. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. Dissertação de Mestrado. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá. 2007.
- INTERNATIONAL, Innovation First. **Vex**. Disponível em: <<https://www.vexrobotics.com>>. Acesso em 15 fev. 2018.
- IROBOT, Corporation. **iRobot**. Disponível em: <<http://www.irobot.pt>>. Acesso em: 27 jan. 2018.
- JÚNIOR, Othon da Rocha Neves. **Desenvolvimento da fluência tecnológica em programa educacional de robótica pedagógica**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

LEGO. **Lego Mindstorms**. Disponível em: <<https://www.lego.com/en-us/mindstorms>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

LEMOS, André. **Cibercultura**: tecnologia e vida social na cultura contemporânea. 7a. ed., Porto Alegre: Sulina, 2015.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: ed. 34, 1999.

MATARIC, Maja J. **Introdução à robótica**. Tradução Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva, Silas Franco dos Reis Alves. 1ª ed., São Paulo: ed. Unesp/Blucher, 2014.

OBR. **Por que uma Olimpíada de Robótica**. Disponível em: <<http://www.obr.org.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2018a.

———. **Mundo robótica**. Revista oficial da Olimpíada Brasileira de Robótica, São Carlos, n. 13, ano 5, n. 13, p. 1-16, set/dez, 2018b.

OPENROBOTICS. **OpenRobotics**. Disponível em: <<https://www.openrobotics.com.br>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

PAPERT, Seymour. **Logo**: computadores e educação. Tradução: José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira Vianna Ripper. São Paulo: ed. Brasiliense, 1985.

PETE. **PETE: Robótica Educacional**. Disponível em: <<https://www.pete.com.br>>. Acesso em: 28 dez. 2017.

PRIMO, Alex Fernando Teixeira. **Interação mútua e interação reativa**: uma proposta de estudo. Revista da Famecos, Porto Alegre, n. 12, p. 81-92, jun. 2000.

———. **Interação mediada por computador**: a comunicação e a educação a distância segundo uma perspectiva sistêmico-relacional. Tese de Doutorado. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

———. **Interação mútua e interação reativa**: uma proposta de estudo. Revista da Famecos, Porto Alegre, n. 12, p. 81-92, jun. 2000.

ROBOTICS, Modelix. **Modelix**. Disponível em: <<http://www.modelix.cc/>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

ROCHA, Damião. Tecnologias Digitais e Educação. *In O tocantins e a UFT em foco*, Goiânia: ed. da PUC Goiás, 2012.

ROCHA, José Damião Trindade; GOMES, Dêmis Carlos Fonseca. **Da robotização à robotização (agem)**: pesquisa *in situ* sobre robótica na perspectiva pedagógica observando os/com jovens do ensino médio e da educação técnica e tecnológica no Tocantins. Dissertação de Mestrado. Palmas, TO: Universidade Federal do Tocantins. 2018.

ROMERO, Roseli Aparecida F. *et al.* **Robótica móvel**. 1ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. 3ª. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SEEDSTUDIO. **GoGo Board Kit**. Disponível em: <<https://www.seedstudio.com/Arnan-Sipitakiat-and-Paulo-Blikstein-p-2717.html>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

SILVA, Marco. Sala de aula interativa: a educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania. *In XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação*, Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação: 2001.

LABORATÓRIOS TRADICIONAIS, REMOTOS E SIMULADORES

Jeane Pamela Rubim

Erick Henrique Silva Góes

Leandro Guimarães Garcia

“A simulação exige imersão e a imersão torna difícil duvidar da simulação. Quanto mais poderosas nossas ferramentas se tornam, mais difícil é imaginar o mundo sem elas.” (TURKLE, 2009, p. 8).

Introdução

O termo utilizado para designar cada laboratório varia na literatura, por esse motivo procuramos conceituar cada um deles citando algumas denominações utilizadas para designá-los.

Os **laboratórios tradicionais** são conhecidos por requererem a presença física do aprendente nas dependências do laboratório. Os experimentos são realizados em equipamentos que geralmente estão situados no espaço físico das intuições de ensino. Devido aos elevados custos de aquisição e manutenção de equipamentos, nos laboratórios tradicionais, geralmente fixa-se um cronograma para o uso dos mesmos limitando, assim, o tempo em que o aprendente realiza seus experimentos conforme relatado por Jara *et al.* (2011) ou compartilha-se o mesmo com aprendentes de outras disciplinas e cursos (MEJÍAS BORRERO e ANDÚJAR MÁRQUEZ, 2012). Nesse contexto, há o risco de que a atividade de experimentação seja insuficiente para que o objetivo do laboratório seja alcançado. Podem ainda ser identificados como: **laboratórios típicos** ou **convencionais, presenciais, hands-on, práticos, físicos, reais e clássicos**.

Já nos **simuladores**, os experimentos são realizados em computador por meio de *softwares* que utilizam um domínio específico de aprendizagem, ou seja, onde se pode efetuar simulacros de experimentos, uso de instrumentos etc. (ALAMO *et al.*, 2002). Experimentos nesse contexto, por vezes, podem ser conhecidos como **laboratórios virtuais**. A associação entre o uso da computação e de bonecos físicos pode ser encontrada nos cursos da área da saúde no formato de **simulação realística**. Nesse tipo de simulador é possível a utilização de ferramentas físicas e o treinamento de vários procedimentos em simulações de situações reais. Nesse caso pode-se fazer uso de seringas, bisturis e outros instrumentos cirúrgicos em bonecos que podem inclusive sangrar. Os dados fisiológicos desses bonecos podem ser monitorados através de um computador conectado ao mesmo.

Laboratórios remotos são experimentações feitas com equipamentos reais controlados a distância pela web. Os laboratórios remotos procuram combinar os pré-requisitos dos laboratórios tradicionais com a flexibilidade dos laboratórios virtuais. Este laboratório pode ainda ser

identificado como laboratório **remotamente operado, ativado ou controlado; virtualização de experimentos**; laboratório de **controle remoto ou a distância**.

1 Simuladores na Educação

A tarefa de representar conceitos concretos de forma abstrata com finalidade educacional como quantidade, volume, peso, valência, aceleração, velocidade, espaço e tempo por meio de diferentes modalidades de linguagens (escrita, sonora, audiovisual), materiais (madeira, plástico, argila, metais), e técnicas criativas (ilustração científica, computação gráfica, impressão 3D, animação) tornou-se relativamente descomplicada depois que os computadores pessoais alcançaram capacidades elevadas de processamento digital de imagens e gráficos.

Aliado ao poder de processamento gráfico dos computadores pessoais encontram-se disponíveis no mercado de softwares interfaces gráficas cada vez mais intuitivas. Para além dos computadores pessoais, dispositivos móveis de alta resolução, teclados ergonômicos, câmeras de captura de movimento, óculos de realidade aumentada e/ou virtual, e *videogames* são ferramentas capazes de representar e nos permitir interagir com mundos e seres vivos tridimensionais tão verossímeis que chegam a dar vertigem. Todo esse aparato é capaz de produzir variados tipos de emoções através de suas mais diversas formas de interface, capturando a atenção de jovens e adultos por horas a fio, tamanha a riqueza de detalhes que alcançam imitando artificialmente os fenômenos físicos, químicos e biológicos observáveis na natureza.

O processo de simular a vida animal, vegetal e humana, o movimento dos planetas em torno do sol, e as reações químicas que ocorrem com os diferentes tipos de metais, gases e líquidos, através de motores de jogos (*game engines*), serviu de base para a concepção e desenvolvimento de simuladores voltados para o processo educacional. Esses trouxeram importantes mudanças para o campo da pedagogia e da didática, enriquecendo os recursos educacionais disponíveis para os professores da educação básica em todo o mundo, em especial professores que atuam nos componentes curriculares de ciências, física, química, biologia e matemática.

A primeira dessas mudanças diz respeito à maneira como os conceitos científicos a serem ensinados aos estudantes podem ser apresentados em sala de aula. Os estados físicos da matéria, antes representados graficamente por meio de um desenho colorido em duas dimensões e impressos na folha do livro didático, agora são simulados dinamicamente em tempo real, utilizando simulações tridimensionais interativas.

Com um simples clique na tela de um *tablet*, celular ou *laptop* com tela sensível ao toque, um objeto sólido se transforma em líquido, e evapora em névoa em segundos, bem diante dos olhos maravilhados dos estudantes que, sob o olhar atento do professor, repetem este interessante processo didático visual, fazendo anotações, compartilhando perguntas, e buscando entender o que o fenômeno da mudança de estados físicos da matéria significa.

Ao computador cabe a função de simular a realidade e dar ao estudante o poder de controlar a experiência científica artificialmente, na ausência de um laboratório adequado para este fim, ou impossibilidade de deslocamento da turma para lugares naturais como florestas, montanhas, oceanos, ou o espaço sideral.

Enquanto isso, o estudante experimenta um novo e interessante desafio pedagógico: estudar o conteúdo didático do livro enquanto indaga-se sobre a experiência interativa que o *software* de simulação lhe proporciona virtualmente. Buscando experimentar os fenômenos físicos, químicos e biológicos de uma maneira completamente diferente daquela que o seu professor experimentou enquanto aprendiz, quando os únicos meios de conhecer o funcionamento das coisas e do mundo eram o livro didático impresso, as enciclopédias e a televisão, na ausência de laboratórios tradicionais.

Este capítulo se propõe, então, a apresentar aos professores interessados em recursos educacionais digitais baseados em simulação uma introdução sobre o uso de simuladores em educação, o conceito de software de simulação, tipos e características dos simuladores educacionais, e possíveis caminhos para introduzir software de simulação na sala de aula.

1.1 Uso de simuladores em Educação

A introdução dos computadores e dos dispositivos móveis nos ambientes escolares tem produzido uma “revolução na nossa concepção de ensino e de aprendizagem” (VALENTE, 1993, p. 4). Do ponto de vista pedagógico, esta revolução tecnológica tem afetado principalmente os métodos de ensino e aprendizagem tradicionais que tem no livro didático em papel seu principal recurso educacional.

Hoje é possível encontrar na Internet milhares de aplicativos, jogos digitais e simuladores de ensino e aprendizagem de linguagens, ciências, matemática, história, geografia, artes, química e física, entre outros.

A digitalização de conteúdos educacionais aconteceu tão velozmente que assimilou o próprio livro didático de papel durante o processo de evolução tecnológica. O livro didático de papel, herança da era da impressão analógica, agora apresenta-se em formato digital, e com uma nova forma de mecânica de leitura, baseada na interatividade eletrônica proporcionada pelo clique do mouse ou a pressão e os movimentos dos dedos do aprendiz sobre os ícones, janelas, botões, zoons e folhas digitalizadas na tela sensível ao toque (*touchscreen*) de um *tablet* ou *smarthphone*.

No Brasil, o uso de simuladores digitais para ensinar acompanhou a evolução tecnológica dos computadores. Criando uma oportunidade para os professores da era do livro didático em papel explorarem uma das principais características educacionais dos programas simuladores de computador: a simulação do mundo real por meio de imagens e outros recursos audiovisuais interativos.

Para Valente (1993) outros dois fatores influenciaram no sucesso do uso de programas de computador para “ensinar” diferentes conteúdos, em diferentes contextos. Segundo o autor, o primeiro fator revolucionário da aprendizagem mediada por computadores está relacionado diretamente ao fato de os computadores poderem ser usados para ensinar, virtualmente, qualquer conteúdo de aprendizagem, desde que um programa aplicativo, de jogos digitais, tutorial, de exercício-prática ou simulador seja desenvolvido para este fim.

O segundo fator revolucionário do computador na sala de aula seria aquele que relaciona estes tipos de programas com os métodos de ensino empregados pelos professores para ensinar seus conteúdos educativos, utilizando recursos didáticos tradicionais como o livro impresso.

Para Valente (1993, p. 4), estes programas de “ensinar” poderiam “ser caracterizados como simplesmente uma versão computadorizada dos atuais métodos de ensino”.

1.2 Compreendendo o uso do Software de simulação em Educação

Conhecer que tipos de metodologia de ensino que os softwares educacionais suportam é essencial para avaliar seu potencial educacional. Neste sentido, Valente (1993) sugere o agrupamento dos 4 tipos de softwares educacionais em duas grandes categorias, tendo a primeira abarcado os tutoriais e exercício-e-prática (“*drill-and-practice*”) e a segunda os jogos digitais educacionais e a simulação virtual.

No primeiro caso, na modalidade tutorial e exercício-e-prática, a metodologia de ensino abordada é a instrução auxiliada pelo computador, onde “ao invés do papel ou do livro, é usado o computador” para ensinar o aluno (VALENTE, 1993, p. 3). Este tipo de *software* de instrução computadorizada favoreceria estratégias pedagógicas de memorização de conteúdos e conceitos.

No segundo caso, na modalidade de uso de jogos digitais educativos e simuladores, a abordagem pedagógica utilizada seria “a exploração autodirigida, ao invés da instrução explícita e direta” (VALENTE, 1993, p. 7).

Caberia, portanto, ao professor que deseja inovar seus métodos de ensino utilizando softwares educacionais, examinar e refletir sobre qual a abordagem pedagógica que deseja utilizar na sala de aula.

Se aquela que apresenta ao aluno o computador como uma “máquina de ensinar” (VALENTE, 1993, p. 3), que imprime instruções na tela do computador e o aluno as executa, memoriza e repete, sem refletir sobre o significado daquelas instruções; ou aquela na qual o programa de simulação virtual funcionaria como uma ferramenta de aprendizagem baseada na interatividade, por meio da qual o professor ofereceria “a possibilidade do aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos”.

Ou, ainda, desenvolver nos alunos habilidades como estas supracitadas, de maneira criativa, significativa e colaborativa por meio de simuladores *online*.

Por último, a escolha do tipo de *software* educacional baseado em simuladores que melhor se adéqua a uma determinada necessidade pedagógica, poderia levar em conta não somente a captura da atenção e o estímulo à curiosidade do aluno; duas vantagens do uso destes simuladores no ensino.

Em outra perspectiva, esta escolha também poderia se basear “na abordagem epistemológica (tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista, sociocultural etc.), na concepção de homem e de conhecimento, na articulação entre ensino e aprendizagem e na metodologia a ser aplicada no ambiente de estudo” (PRATA e COLS, 2018, p. 126), que neste capítulo se referiria a um ambiente de estudo eletronicamente simulado. Em outras palavras, um ambiente de estudo baseado em realidade virtual.

Ackerman (1993, p. 9), neste sentido, destaca algumas vantagens do uso de ambientes de estudo/aprendizagem baseados em realidade virtual reproduzida por simuladores, do ponto de vista epistemológico construtivista.

A primeira vantagem da realidade virtual no ensino e aprendizagem, segundo esta autora, diz respeito a “uma combinação de experiência direta com a indireta, da realidade com a fantasia”. Nestes ambientes de estudo virtuais os objetos e fenômenos virtuais poderiam ser digitalmente criados, manipulados e transformados indiretamente por meio do *software* de simulação. Cabendo ao estudante a tarefa intelectual de refletir sobre os *feedbacks* visuais que o simulador devolveria na tela do computador.

A segunda vantagem da realidade virtual diria respeito à capacidade que os simuladores possuem de criar “uma simulação de um lugar ou minimundo”, no qual um ou mais usuários poderiam interagir com objetos virtuais em “um suporte tangível e sensível”;

Finalmente, os simuladores possibilitariam, segundo a autora, a imersão e navegação dos estudantes, por meio de algum “aparato sensorial” em “uma simulação de um lugar existente, ainda que inacessível, como por exemplo o interior de uma célula”.

Compreendendo esses diversos tipos de contextos, seria possível desenvolver um tipo de abordagem de aprendizagem mediada por simulação digital baseada em habilidades e competências (BNCC, p. 8).

2.3 Tipos e características de simuladores

Tomando como base a definição de simuladores proposta por Valente (1993), que define a simulação como o processo computadorizado de criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, é possível extrair algumas possíveis características pedagógicas dos simuladores educacionais.

Tomando em conta os simuladores digitais disponíveis na *Internet*, estas características pedagógicas poderiam ser divididas, segundo os recursos computacionais simulativos destes programas, em duas categorias: *simulações de conceitos abstratos* (matrizes, retângulos, triângulos e funções matemáticas, número atômico, massa, por exemplo) e *simuladores de fenômenos naturais, biológicos e/ou artificiais* (ciclo da água, fotossíntese, divisão celular, estados físicos da matéria, processos de transformações químicas, mecânica de fluídos, luz, transmissão de dados digitais etc).

2 Laboratórios Remotos

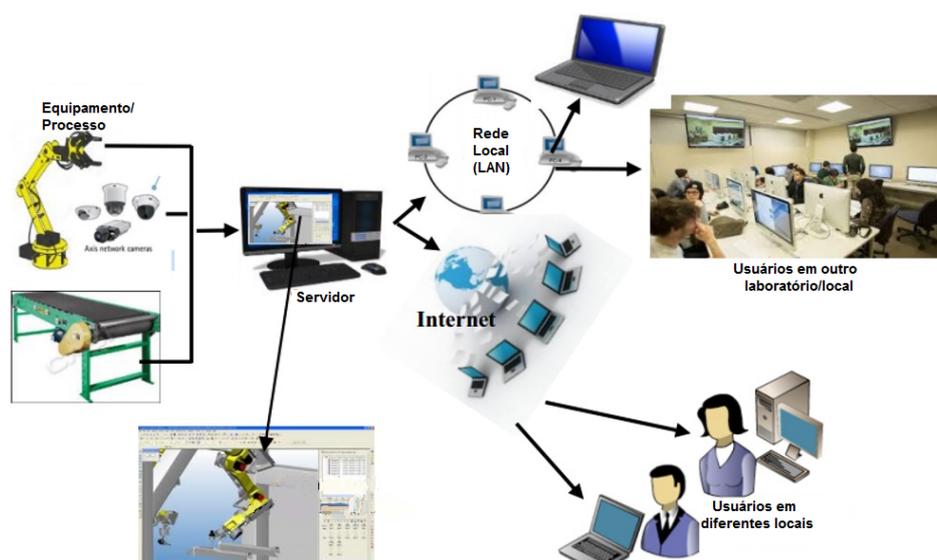
Tendo em vista a importância das atividades experimentais para o ensino, as limitações presentes no uso de laboratórios tradicionais e a difusão das tecnologias de informação e comunicação, surgem os laboratórios remotos, como uma alternativa a esse modelo. Sua operação consiste na manipulação de equipamentos e dados reais por meio da Internet de qualquer lugar e a qualquer momento. De acordo com Garcia-Zubia *et al.* (2011) esses laboratórios oferecem características superiores em termos de flexibilidade, utilização, economia de espaço e questões de segurança.

O uso de experimentação remota, entretanto, ainda é visto com desconfiança por muitos pesquisadores e professores. Keilson *et al.* (1999) consideram que a equivalência entre o experimento de laboratório tradicional e sua implementação remota é condicional e limitada. Corter *et al.* (2011) concluem que um grupo de aprendentes de graduação em engenharia⁶¹ preferem laboratórios tradicionais, também conhecidos como *hands-on*, mas elegem a experimentação remota quando se trata de conveniência e facilidade de uso.

De acordo com Li *et al.* (2003) pondera-se que os laboratórios remotos possuem uma estrutura de experimentação tecnicamente capaz de proporcionar uma experiência de ensino satisfatória. Atendem à coleta e análise de dados reais em atividades experimentais proporcionando meios de acesso mais flexíveis. São constituídos por um ambiente com recursos tecnológicos que permitem a interação virtual dos aprendentes com os equipamentos, com outros discentes, com docentes e tutores. O tempo para realizar as atividades de laboratório pode ser estendido para atender às necessidades do experimentador e os recursos também podem ser compartilhados entre os aprendentes de diversas instituições de ensino, o que permite uma boa relação custo-benefício.

A Figura 1 ilustra como os experimentos são realizados em um laboratório remoto. Conforme apresenta, o laboratório remoto é composto por: 1) equipamentos físicos; 2) servidor; 3) painéis de monitoramento e controle; 4) internet; e 5) aprendentes. Os equipamentos físicos representam os instrumentos utilizados e monitorados remotamente. O servidor corresponde ao computador que integra *software* que fornece a função de monitoramento e controle dos equipamentos ao *hardware* (equipamento físico), além de fornecer acesso ao referido software. Os painéis de monitoramento e controle é a interface que dá acesso ao monitoramento e controle dos equipamentos físicos. A internet (comunicação/rede) representa o meio de comunicação com o servidor. Os aprendentes são as pessoas em outros laboratórios ou locais.

Figura 1: Visão geral da arquitetura de um laboratório remoto

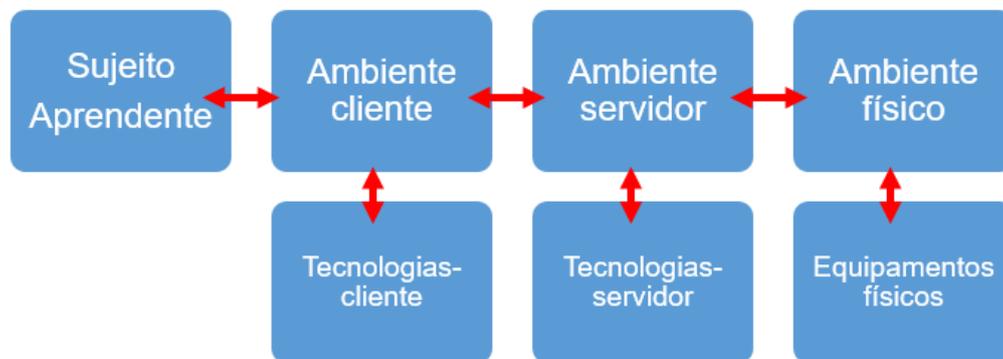


Fonte: Mokhtar *et al.* (2014)

61 No estudo citado 458 discentes de graduação em engenharia trabalharam em pequenos grupos de laboratórios realizando dois tipos de experimentos. Cada equipe conduziu experimentos nos três formatos de laboratórios (hands-on, remoto e simulação) coletando dados tanto individualmente como em equipe.

Existem diversas possibilidades para a construção de laboratórios virtuais e remotos. Normalmente utilizam-se tecnologias que executam em três ambientes: físico, servidor e cliente. No ambiente físico estão localizados equipamentos físicos, eletrônicos, geralmente em um laboratório ou em uma sala específica para esse uso. O ambiente servidor representa o computador ou o conjunto de computadores onde estão em execução a tecnologia servidor e que acessam o ambiente físico, funcionando como um intermediário entre ele e o ambiente cliente. O ambiente cliente está representado pelo computador ou dispositivo eletrônico e computacional, onde estão em execução as tecnologias clientes e que fornece o meio para que os aprendentes possam conectar-se aos experimentos disponíveis no ambiente servidor. A Figura 2 ilustra as relações entre estes ambientes.

Figura 2: Relações entre ambientes cliente, servidor e físico



Fonte: Produzido pelos autores

3 As vantagens e desvantagens da implementação e do uso dos diversos tipos de laboratórios

As características que nos permitem comparar os laboratórios foram baseadas no estudo de Elawady *et al.* (2009) e são divididas entre os seguintes aspectos: 1) financeiro; 2) forma de acesso; 3) infraestrutura e 4) pedagógico.

3.1 Financeiro

Considerando o aspecto financeiro, discutimos: o custo de aquisição, instalação e operação de equipamentos; a capacidade de compartilhar recursos com outros aprendentes e com outras universidades, e o custo com a contratação de instrutores para dar suporte durante a experimentação.

3.1.1 Custo de aquisição, instalação e operação de equipamentos

Para realizar experimentos práticos, as instituições de ensino devem disponibilizar equipamentos que permitam a investigação. A infraestrutura presente nesses laboratórios exige um

alto investimento na aquisição, instalação e operação dos equipamentos necessários à experimentação.

Nos **laboratórios tradicionais**, além do investimento inicial, há custos com manutenção e atualização dos dispositivos de experimentação e equipe técnica que se responsabiliza pela supervisão e controle do laboratório. Pesquisadores têm apontado que o trabalho prático dos laboratórios está sujeito a restrições. Existem as limitações de instalações físicas e de programação que as universidades enfrentam. Além disso, há restrições sobre o que os aprendentes podem fazer. Por exemplo, aqueles com alguma deficiência, como física ou visual, podem ter menos chance que os outros de interagir em ambientes de laboratório. Dessa forma, os estudos analisados são unânimes ao apontar o **custo** como uma **desvantagem** para o laboratório tradicional [1], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [17], [18], [23], [28], [31], [33], [35], [39], [40], [41], [42], [46], [48], [53], [55], [56], [57], [58], [59], [62], [84], [91].

Nos **laboratórios virtuais**, também conhecidos como simuladores, a literatura diverge. Muitos trabalhos classificam o **custo** como uma **vantagem** do laboratório virtual em relação ao tradicional e remoto. Como toda a infraestrutura exigida por esse tipo de laboratório não é real, mas simulada em computadores, eles são vistos como uma alternativa para lidar com as crescentes despesas dos laboratórios tradicionais [1], [8], [9], [12], [14], [18], [23], [25], [31], [34], [48], [52], [59], [62], [63], [76], [80], [84], [85].

No entanto, alguns pesquisadores notaram que os custos da simulação podem não ser tão baixos quanto o de laboratórios reais. Simulações realistas levam grande quantidade de tempo e despesas para serem desenvolvidas, e ainda podem falhar ao modelar fielmente a realidade [1], [13], [35], [46].

Nos **laboratórios remotos** são utilizados equipamentos reais que podem ser acessados remotamente, o que demanda, inicialmente, um maior custo em relação aos laboratórios tradicionais, devido à necessidade de pessoal especializado para sua implementação. Entretanto, o alcance a um maior número de aprendentes e maior disponibilidade para realizar os experimentos melhoram a relação custo-benefício. Além disso, fornecem acesso estendido para dispositivos caros e/ou altamente especializados, conseguindo os mesmos resultados em testes sem viagem adicional. Estudos de longo prazo podem ser confortavelmente supervisionados de casa, por exemplo, nos fins de semana. Enquanto isso, os equipamentos ficam livres do risco de serem danificados por manuseio incorreto. Assim, muitos pesquisadores consideram que o **custo** é uma **vantagem** desses laboratórios [5], [8], [9], [12], [16], [18], [22], [23], [25], [31], [35], [36], [39], [40], [41], [47], [56], [60], [83].

Por outro lado, a gestão de um laboratório remoto pode ser cara, pois exige pessoal qualificado, manutenção contínua e evolução dos equipamentos, de modo que o número de laboratórios é muitas vezes limitado. O *software* deve ser eventualmente atualizado e o desenvolvimento de acesso remoto requer custo adicional, que pode ser baixo ou alto, dependendo da natureza do equipamento experimental. Esses fatores são considerados, por muitos estudos, como **desvantagem** [5], [33], [46], [62], [68], [74], [86], [94].

3.1.2 Compartilhamento de recursos

Uma das principais vantagens dos laboratórios remotos, resultante da análise dos estudos incluídos, é a possibilidade de compartilhamento de recursos em que experimentadores obtêm dados controlando equipamentos geograficamente separados. Isso demonstra que os laboratórios remotos têm potencial para fornecer dados experimentais reais acessíveis através do compartilhamento de dispositivos experimentais com uma série de escolas e universidades, o que estende a capacidade de um laboratório convencional e vai além das possibilidades dos simuladores [1], [7], [9], [13], [20], [23], [25], [34], [35], [39], [40], [41], [46], [48], [52], [53], [56], [57], [60], [61], [74], [83], [84], [85], [86].

3.1.3 Supervisão de instrutores

A supervisão de instrutores, tanto pode ser vista como uma vantagem pedagógica, uma vez que o aprendente terá um *feedback* sobre seus experimentos em tempo de execução [23], [27], [84], quanto como uma desvantagem financeira, pois o custo para manter uma equipe de profissionais de apoio ao ensino é alto. Durante a análise dos estudos realizados por nós, essa característica foi considerada uma desvantagem tanto em laboratórios tradicionais [1], [8], [15], [17], [35], [46], [94] quanto em laboratórios remotos [5], [9], [20], [27], [29] em relação aos laboratórios virtuais.

3.2 Forma de acesso

Uma das principais diferenças entre os três laboratórios é o tipo de acesso que o experimentador realiza para executar o experimento. Nos laboratórios tradicionais o acesso é feito de forma presencial, geralmente acompanhado do professor e da turma da disciplina em que estuda. Nos laboratórios virtuais, o acesso é feito por meio de um *software* que pode estar tanto instalado e configurado no computador do usuário, como também pode ser acessado pela internet. Já na experimentação remota, esse acesso pode ser feito com permissão (*login* e senha) em sistemas clientes que estão conectados com os servidores de acesso ao equipamento real.

3.2.1 Experimentação com dados reais

Um aspecto vital da educação técnica é a atividade prática realizada em laboratório, capaz de proporcionar aos aprendentes experiência em situações reais como a realização de medições e instrumentação. É importante que o aprendente entenda as variáveis que compõem o ambiente que o cerca e saiba realizar cálculos precisos envolvendo-as. Por esse motivo, a coleta de dados reais provenientes diretamente dos equipamentos é muito importante na formação profissional. Uma das principais vantagens dos laboratórios tradicionais é, sem dúvida, a coleta de dados reais [1], [8], [13], [15], [21], [23], [31], [58].

A falta dessa mesma característica em laboratórios virtuais é apontada como uma desvantagem. O principal problema das simulações é o fato dos dados não serem reais; os modelos são apenas aproximações dos processos reais e, além disso, experimentadores não podem aprender

por tentativa e erro [1], [9], [10], [15], [21], [23], [S25], [30], [31], [35], [37], [40], [41], [42], [45], [53], [56], [65], [68], [76], [84], [85], [S98].

A experimentação remota possui a vantagem de mesmo a distância, dar acesso ao equipamento de laboratório, produzindo dados reais. A instalação de sistemas de monitoramento em vídeo permite ao experimentador controlar, monitorar e programar os componentes do sistema real localizado remotamente até certo nível [8], [11], [15], [16], [20], [21], [24], [25], [27], [30], [33], [34], [35], [37], [38], [39], [43], [45], [46], [50], [51], [52], [54], [55], [57], [58], [60], [61], [62], [63], [75], [82], [85], [96].

3.2.2 Demanda por espaço físico

Laboratórios tradicionais necessitam de amplo espaço físico, tanto para abrigar os equipamentos, que muitas vezes são de grande porte, quanto para acolher grupos de pessoas durante as experimentações. Há um alto custo para manter este espaço e isso é visto como uma desvantagem [1], [8], [13], [15], [35], [39], [42], [46], [48], [S50], [58].

As simulações podem ser realizadas em qualquer lugar sem a necessidade de deslocamento até o espaço físico do laboratório, dessa forma, não possuem demanda por espaço físico configura-se como uma vantagem [34], [60].

Apesar de os laboratórios remotos serem acessados pela internet, necessitam de espaço para conter os equipamentos, no entanto, exigem menos espaço do que os laboratórios tradicionais e isso é caracterizado como uma vantagem [8], [14], [16], [18], [20], [69], [82].

3.2.3 Acesso do aprendente ao experimento em qualquer lugar

Laboratórios tradicionais possuem a desvantagem de não permitirem a mobilidade de acesso ao ambiente de experimentação. Além disso, instalações laboratoriais são muitas vezes inacessíveis a aprendentes que tenham necessidade de estender suas atividades de experimentação fora do horário de aula [10], [41], [98].

Nos laboratórios virtuais o *design* de software tem enfoque na emulação científica de experimentos *hands-on* em espaços virtuais, dessa forma, os aprendentes têm a vantagem de poderem se conectar ao ambiente de experimentação em qualquer lugar [2], [4], [5], [9], [25], [29], [36], [62].

Em laboratórios remotos é permitido o controle de equipamentos reais a distância através da internet, respeitada essa imposição, esses experimentos podem ser executados de todos os lugares ao redor do mundo [2], [4], [11], [16], [18], [20], [21], [22], [23], [26], [27], [31], [33], [35], [36], [41], [46], [52], [58], [59], [61], [63], [67], [82], [88], [92], [94], [99].

3.2.4 Flexibilidade de horário

Ao realizar experimentos em laboratórios tradicionais, o aprendente precisa se adequar a um horário de aula fixo e regular, que apenas permite a experiência em um tempo limitado durante o atendimento nas aulas. Assim, não é possível escolher um horário que lhe seja mais

conveniente, tendo que se adequar ao cronograma estabelecido pela instituição de ensino [6], [10], [11], [41], [98].

Laboratórios virtuais têm revolucionado a educação e a pesquisa, pois permitem um acesso experimental intensivo a objetos e conceitos abstratos. O fornecimento de um laboratório de uso constante permite o trabalho em projetos e experimentos, sob demanda, realizando as atividades práticas no momento que julgar mais propício para o seu aprendizado [1], [2], [5], [6], [9], [25], [34], [36], [42], [60], [62].

Nos laboratórios remotos, os experimentadores são livres para fazerem experimentos de acordo com os seus próprios horários, desde que não excedam o limite de acessos simultâneos estipulados para o ambiente remoto de aprendizagem. A vantagem é que a disponibilidade do laboratório permite que o aprendente escolha o intervalo de tempo para seu experimento e não esteja limitado aos horários fixos da instituição de ensino [2], [6], [11], [14], [18], [20], [21], [22], [23], [25], [27], [31], [34], [36], [48], [59], [60], [74], [88], [90], [92].

3.2.5 Acessibilidade

Uma dificuldade chave em laboratórios tradicionais é o baixo nível de acessibilidade a aprendentes com deficiência ou mobilidade reduzida. Além disso, há restrições sobre o que eles podem fazer; por exemplo, aqueles com deficiência podem ter menos chance que os outros de interagir em ambientes de laboratório [S8], [S42], [S84].

Como a experimentação remota permite controlar equipamentos reais a distância através da internet, a acessibilidade da configuração experimental aumenta, assim como no caso dos laboratórios virtuais, fornecendo um quadro de ensino a distância que atenda aos aprendentes em suas necessidades de aprendizagem [2], [6], [11], [14], [18], [20], [21], [22], [23], [25], [27], [31], [34], [36], [76].

3.2.6 Segurança do aprendente ao realizar o experimento

Alguns estudos apresentam questões importantes de segurança relacionadas com o uso de laboratórios tradicionais, que exigem séria atenção no que tange à escolha de equipamentos e ao planejamento de experimentos [9], [14], [33], [57], [94].

Outros artigos descrevem problemas avançados de segurança e saúde associados ao uso de laboratórios tradicionais com alta tensão, que podem ser evitados pela experimentação com *software* de simulação para, por exemplo, projetos de circuitos elétricos. O uso do *software* ajudou a reduzir o tempo de exposição a tensões elevadas às quais os aprendentes e o instrutor eram submetidos [5], [9], [14], [24], [34], [52], [80].

Os laboratórios remotos também possuem a vantagem de garantir a segurança das pessoas, dos dados e da maquinaria, uma vez que o uso dos equipamentos do laboratório não envolverá a presença de pessoas. Nesse contexto, os riscos em casos de experimentação envolvendo alta periculosidade, como por exemplo, em estudos de engenharia nuclear ou envolvendo diversos tipos de irradiação, seriam neutralizados. Essa abordagem elimina também o risco associado com o processamento de equipamento de alta voltagem em laboratórios elétricos ou controle de

movimento de alta potência [2], [6], [11], [14], [18], [20], [21], [22], [23], [25], [27], [31], [34], [36], [76].

3.3 Infraestrutura

A infraestrutura leva em consideração as condições essenciais para manter o funcionamento dos laboratórios. Agrupam elementos que dão suporte à atividade de experimentação, seja ela presencial, virtual ou remota.

3.3.1. Manipulação de equipamentos reais

A maior vantagem que os laboratórios tradicionais podem oferecer é a manipulação de equipamentos reais. Laboratórios tradicionais são particularmente importantes para a aquisição de habilidades táteis e consciência de instrumentação. Tais habilidades são impossíveis ou muito difíceis de obter através de laboratórios virtuais ou remotos. O ambiente de laboratório real ou tradicional possui interação imediata com os equipamentos, produzindo resultados que podem ser vistos, tocados e sentidos. Nesse sentido, são ideais para discentes e docentes que acreditam que os laboratórios não devem ensinar apenas a aplicação de conceitos importantes do curso, mas também proporcionar uma experiência de manipulação com equipamento real do laboratório.

Laboratórios remotos e simulados podem permitir que os aprendentes ‘vejam’ ou remotamente ‘operem’ o aparelho, mas alguns precisarão tocar e interagir com o aparelho pessoalmente para entender em um nível profundo o que está acontecendo. Essa conclusão é coerente com teorias construtivistas que enfatizam a importância do contexto físico para o processo de aprendizagem [6], [8], [9], [12], [13], [15], [18], [21], [23], [27], [29], [31], [35], [38], [49], [52], [55], [58]. Com laboratórios virtuais, há uma falta de habilidades operacionais dos aparelhos [1], [9], [10], [15], [23], [34], [37], [44], [48], [84], [85].

Apesar de permitir acesso a dados reais, os laboratórios remotos não fornecem aos experimentadores a possibilidade de manipular os equipamentos e de vivenciarem uma experiência sensorial. O mesmo acontece com os laboratórios virtuais, uma vez que não há contato físico e visual com os dispositivos, distanciando o aprendente das situações adversas inerentes ao desempenho de sua profissão e para as quais pode acabar não sendo preparado adequadamente [9], [13], [22], [24], [43], [49], [60], [69], [81], [85].

3.3.2. Desempenho na transmissão de dados na rede

Experimentação remota é mais cara para executar do que laboratórios simulados, considerando que eles são afetados por desempenho e confiabilidade da rede. Experiências remotas geralmente precisam de uma alta largura de banda, o que não está disponível em muitos países em desenvolvimento, limitando a sua aplicabilidade, justamente onde eles são mais necessários. A qualidade do áudio e o *feedback* visual do equipamento real estão entre os principais fatores que demandam transmissão de dados na rede. Esse fator representa uma desvantagem para os laboratórios remotos [9], [13], [29], [37], [47], [63], [82], [95].

3.3.3. Implantação

A literatura relata que a implantação de laboratórios remotos nas instituições de ensino não é uma tarefa fácil. A experiência adquirida com essas iniciativas tem revelado dificuldades comuns associadas ao planejamento, *design* e operação de sistemas e equipamentos de alguns sistemas de experimentação remota. Essas dificuldades parecem ser advindas da complexidade dos algoritmos de controle, da necessidade de se conseguir uma estrutura integrada dos diversos componentes, e por causa das dificuldades inerentes em se transportar grande quantidade de dados em tempo real [59], [93].

3.4 Pedagógico

Nesse tópico iremos discutir os fatores que tenham influência na forma como o ensino é praticado. De acordo com Duarte (2010), baseado no construtivismo de Piaget, as atividades com maior valor educativo são aquelas que promovem um processo espontâneo de desenvolvimento do pensamento. Nessa perspectiva não importa o que o discente venha a saber por meio da educação escolar, mas sim o processo ativo de reinvenção do conhecimento. A educação deve direcionar o discente, não para soluções prontas, mas para um método que lhe permita construí-las por conta própria.

3.4.1 Motivação

Aprende-se mais quando se consegue agregar fatores como interesse, motivação clara, dessa forma, o aprendente desenvolve hábitos que facilitam o processo de aprendizagem e propicia o surgimento do sentimento de prazer no que se estuda e na forma de fazê-lo (MORAN *et al.*, 2000). A motivação pode ser vista como uma característica individual, tal como alguns indivíduos parecem ter um nível mais elevado de motivação para aprendizagem de certas tarefas do que outros. Também é considerada como um estado, aprendentes altamente motivados para uma tarefa podem sentir-se entediados com outras; esse estado de motivação pode ser influenciado por fatores variáveis (NICKERSON *et al.*, 2007).

O trabalho de laboratório por si só, na verdade, já provoca no aprendente a motivação que o leva a pôr em prática as teorias apresentadas durante a aula teórica. A maior parte dos autores que citam essa característica em laboratórios tradicionais a descrevem como uma vantagem [42], [55], [90].

Nos laboratórios virtuais também impera um certo entusiasmo acerca das simulações. Considerando que os aprendentes possuem autonomia para alterar variáveis e testar possibilidades de acordo com o domínio estudado sem a preocupação de causar danos aos equipamentos [9], [19].

A qualidade da interface, a disponibilidade de ferramentas colaborativas e do valor acrescentado pela possibilidade de acessar os recursos a qualquer momento e em qualquer lugar deve ser percebida como adequada na realização de experimentos. Estas vantagens proporcionam uma motivação espontânea para os aprendentes participarem se inscrevendo em atividades de experimentação remota [9], [27], [42], [46], [83], [99].

3.4.2 Facilidade de uso

Simulações são, geralmente, consideradas fáceis de operar. O sistema experimental de interesse é simplesmente simulado usando o software, isso permite que os aprendentes façam uma abstração compreensível de experimentos complexos [13], [27], [64], [76], [84], [85]. Um instrumento de medidas afetivas mostrou que a maioria dos experimentadores expressam uma preferência geral para os laboratórios tradicionais, mas avaliam a experimentação remota como altamente conveniente e fácil de usar [21], [68], [72]. No entanto, outros pesquisadores consideram a experimentação remota complicada para aprendentes iniciantes, necessitando de extenso material de apoio para a condução do experimento [6], [17], [22], [82].

3.4.3 Impacto nas habilidades técnicas

Cursos com laboratórios tradicionais têm um forte impacto sobre os resultados da aprendizagem dos aprendentes. É evidente que os laboratórios desempenham um papel central para ilustrar conceitos e princípios, proporcionando a capacidade de projetar e investigar, promovendo habilidades sociais e de melhoria das competências técnicas [1], [12], [16], [35], [40], [42], [44], [46], [48], [50], [84].

Muitos autores acreditam que os laboratórios virtuais contribuem de forma eficaz no processo de aprendizagem, associando o conteúdo teórico estudado com a prática proporcionada pelos ambientes de simulação [1], [15], [26], [49], [64]. No entanto, há preocupações de que o uso extensivo de simulações de computador, em especial para a substituição de laboratórios tradicionais, possa prejudicar a qualificação do aprendente em algumas dimensões [6], [25], [46].

Um recurso típico da experimentação remota é um sistema físico experimental que está equipado com as instalações necessárias para permitir monitoramento, medição e manipulação pela Web. O controle eficaz depende da utilização de ferramentas de vídeo ao vivo e de realidade aumentada. Na verdade, a qualidade da interface, a disponibilidade de ferramentas colaborativas e do valor acrescentado pela possibilidade de acessar os recursos a qualquer momento, e em qualquer lugar, se aliam para tornar a aprendizagem das habilidades técnicas do aprendente mais eficaz [1], [15], [17], [81].

3.4.4 Tempo em que o experimento fica disponível

As práticas de experimentação por tentativa e erro geralmente faltam no ensino clássico de laboratórios tradicionais, principalmente devido a limitações de tempo. As aulas nos laboratórios práticos são geralmente ministradas com uma única demonstração, por razões econômicas e logísticas. No entanto, formação e compreensão de conceitos requerem mais do que uma única demonstração. Pesquisas relatam que há um consenso de que o trabalho de laboratório gera resultados de aprendizagem pobres em comparação com o tempo, esforço e custo investido no laboratório. Mesmo que as instalações estejam lá, em muitos casos, o aprendente pode se tornar um espectador na condução dos experimentos [6], [8], [9], [11], [15], [18], [23], [26], [28], [31], [36], [37], [41], [42], [53], [58].

Laboratórios de simulação estão sendo vistos como tão efetivos quanto laboratórios tradicionais, nos quais o aprendente pode dispor do tempo que lhe é necessário para compreender

o processo ou fenômeno que está sendo simulado [6], [8], [9], [12], [14], [23], [30], [31], [42], [48].

Nos laboratórios remotos, este conceito de virtualização, relativamente novo, é rentável e não há limite de tempo para os usuários, assim, os experimentos podem ser acessados ‘24X7’ (todos os dias da semana) em qualquer lugar e a qualquer momento. Nas típicas universidades, as restrições conflitantes de espaço, equipamento de laboratório e horários dos aprendentes poderiam ser resolvidas pela experimentação remota, significando que eles não teriam que esperar para realizarem suas atividades de experimentação supervisionadas [2], [6], [12], [16], [23], [35], [36], [40], [46], [52], [68], [69], [73], [75], [83], [94], [99].

3.4.5 Material de apoio e/ou guia do usuário

A literatura diverge no que diz respeito ao material de apoio utilizado em experimentos remotos. Enquanto algumas pesquisas consideram uma vantagem o uso de livros virtuais, manuais e instruções de prestação de informações e base teórica para a compreensão e quantificação dos fenômenos observados [31], [38], outros consideram que os suportes desses materiais de apoio ao ensino não são adequados ou suficientes, vindo como um ponto negativo da abordagem da experimentação remota [4], [9], [14].

3.4.6 Compreensão Conceitual

Experiências em laboratórios tradicionais reforçam a aprendizagem de conceitos teóricos e fornecem a tradução da teoria à compreensão prática. Desempenham um papel importante não somente com respeito ao aspecto prático, mas também quando se fala em desenvolvimento da criatividade e de habilidades de resolução de problemas [17], [53], [55].

Laboratórios virtuais são capazes de construir pontes entre o campo teórico e as ciências experimentais. Os resultados da medida de aprendizagem dos aprendentes, a partir de estudos de avaliação, demonstraram que os laboratórios simulados e remotos podem trabalhar, pelo menos, de forma tão eficaz quanto laboratórios tradicionais na promoção da compreensão conceitual. Além disso, os laboratórios simulados propiciam uma boa experiência pedagógica, através de modelos virtuais apropriados, a problemas que são difíceis de entender, contribuindo para melhor entendimento de sistemas complexos [6], [11], [19], [23], [31], [34], [37], [41], [43], [45], [48], [51], [84], [85], [96], [98].

3.4.7 Trabalho colaborativo

Algumas ferramentas de ensino prático virtual possuem um módulo que permite a interação com outros aprendentes durante a realização dos experimentos. Essa prática enriquece o processo de ensino, evitando que o experimentador fique isolado [68], [75]. Na experimentação remota as ferramentas de comunicação oferecem perspectivas de formação de cenários de ensino próximas da prática do trabalho em equipe.

Pesquisadores afirmam que atividades em grupo, bem construídas e utilizadas em conjunto com experimentação remota, geram um valor adicional, considerando as habilidades e compe-

tências da equipe remota. O desenvolvimento de ambientes de aprendizagem para o treinamento do trabalho colaborativo em lugares onde a atividade presencial é impossibilitada tem um papel muito importante. Além disso, podem-se compartilhar experiências remotas entre universidades, o que enriquece a educação experimental e pode facilitar o construtivismo social através da partilha ou a realização de experimentos entre os sujeitos aprendentes de diferentes universidades e países [6], [7], [14], [68], [73], [86], [93]. No entanto, alguns laboratórios remotos não ofertam essa possibilidade, o que é visto, portanto, como um fator negativo [8], [13], [83].

3.4.8 Experiência Sensorial

Um aspecto vital da educação é o trabalho prático necessário para dar a impressão de estar lidando com situações reais, através da medição e instrumentação, junto com todos os problemas decorrentes. Em laboratórios tradicionais presenciais, as sensações são de fato percebidas pelos aprendentes: o dispositivo em questão está próximo e eles podem ver, tocar e ouvir o que está acontecendo em cada momento, quais são os resultados ou que situações imprevistas são geradas [7], [9], [13], [16].

Em experiências realizadas remotamente, por mais que possuam aparatos para tentar reproduzir a realidade, não podem transmitir as sensações e percepções do experimentador ao tocar e sentir presencialmente a experiência real. No entanto, um projeto de *design* viável é a utilização de todos os meios com a finalidade de aumentar a impressão de “presença”. Por exemplo, um *feed* de vídeo a partir do laboratório pode fornecer uma visão razoável de equipamentos e *feedback* sobre o uso de controles, mas o vídeo não pode substituir os odores do laboratório de química ou a sensação de manipulação de um ferro de solda. Essa falta de experiência sensorial é uma desvantagem tanto de laboratórios virtuais [9], [10], [24] quanto de laboratórios remotos [7], [8], [10], [30].

3.4.9 Facilidade de replicação do experimento

As simulações de computador podem acomodar diferentes estilos de aprendizagem, os experimentos podem ser repetidos, oferecendo uma oportunidade de aprendizagem interativa, e os aprendentes podem usá-las fora do tempo de aula para reflexão e autoavaliação [14], [18], [52], [65].

É possível, também, replicar o experimento na experimentação remota, porém, com uma certa limitação em relação às simulações, devido à concorrência de acesso no ambiente remoto [60], [83], [93].

Considerações Finais

Presenciamos o uso constante da tecnologia para finalidades diversas, tais como, para ter acesso à cultura, negócios, entretenimento, contato com outras pessoas por meio de redes sociais cada vez mais interativas. É um mundo de conteúdo virtual e, como não poderia deixar de ser, também influencia o modo como se aprende. O conhecimento que antes era restrito aos livros, hoje é *multimídia* e está ao alcance de um toque.

A educação pode se beneficiar e muito do uso de ferramentas tecnológicas para deixar o processo de aprendizagem mais concreto, atrativo, dinâmico e atual. Este capítulo se propôs a apresentar ao professor recursos de aprendizagem prática, suas características e aplicações, a fim de que seja avaliada a abordagem mais factível para uma realidade específica.

Na busca por aprendizagem prática, os laboratórios são os grandes aliados do ensino, principalmente em cursos técnicos. A possibilidade de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos colabora para a associação de conhecimentos teóricos com aplicações práticas.

Ao professor, muitas vezes, compete escolher o caminho a ser percorrido para que o aprendente adquira as habilidades necessárias, no intuito de atingir seus objetivos de aprendizagem. E, ao traçar esse percurso, lançar mão de ferramentas e recursos disponíveis que estejam alinhados à sua estratégia pedagógica, a fim de que se alcancem os resultados almejados. Esta escolha perpassa pelo tipo de laboratório a ser utilizado.

Neste capítulo foram apresentadas diferenças entre os laboratórios tradicionais, simuladores e laboratórios remotos. Alguns exemplos dos seus usos foram citados, bem como indicadas suas vantagens e desvantagens. Cabe ao professor realizar a escolha do tipo de laboratório que melhor se adequa à realidade de sua escola e de seus alunos.

No clássico **Laboratório Tradicional** os equipamentos que possibilitam a realização de experimentos estão agrupados em espaços físicos, geralmente, presentes nas escolas e universidades, em que o professor agenda horário para que aulas, especificamente práticas, sejam realizadas ali e, muitas vezes, compartilham este espaço experimental com outras turmas e cursos.

Já os **Simuladores** oferecem ensino voltado à compreensão por meio de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Fica claro que a tarefa de representar conceitos concretos de forma abstrata com finalidade educacional como quantidade, volume, peso, valência, aceleração, velocidade, espaço e tempo, por meio de diferentes modalidades de linguagens (escrita, sonora, audiovisual), materiais (madeira, plástico, argila, metais), e técnicas criativas (ilustração científica, computação gráfica, impressão 3D, animação) tornou-se relativamente descomplicada depois que os computadores pessoais alcançaram capacidades elevadas de processamento digital de imagens e gráficos.

Em relação ao **Laboratório Remoto** os experimentos são feitos com equipamentos reais como em um laboratório tradicional, mas acessado remotamente, seja por meio de robôs ou braços mecânicos controlados virtualmente, seja por meio do uso de *softwares* que promovem o controle do experimento através da web pelo aprendente. São abordadas suas principais características, bem como as vantagens e desvantagens em relação aos outros tipos de laboratório. Seu principal objetivo é atender à coleta e análise de dados reais em atividades experimentais proporcionando meios de acesso mais flexíveis. São constituídos por um ambiente com recursos tecnológicos que permitem a interação virtual dos aprendentes com os equipamentos, com outros discentes, com docentes e tutores. O tempo para realizar as atividades de laboratório pode ser estendido para atender às necessidades do experimentador e os recursos também podem ser compartilhados entre os aprendentes de diversas instituições de ensino, o que permite uma boa relação custo-benefício.

O comparativo entre o uso das três abordagens de laboratório apresentadas, é feito tendo como base o estudo de diversos autores cujas contribuições estão reunidas neste capítulo. Foram

levantados aspectos relevantes a serem considerados para uma escolha de abordagem ao ensino prático em laboratórios.

- Financeiro com relação ao custo de aquisição, instalação e operação de equipamentos, compartilhamento de recursos, supervisão de instrutores;
- Forma de acesso que leva em consideração a demanda por espaço físico, flexibilidade de acesso ao experimento com relação ao lugar e o horário, acessibilidade, segurança ao realizar o experimento;
- Infraestrutura que implica na manipulação de equipamentos reais, o desempenho na transmissão de dados na rede, a implantação;
- Pedagógico que inclui a motivação, a facilidade de uso, o impacto nas habilidades técnicas, o tempo em que o experimento fica disponível, o material de apoio e o guia de usuário, a compreensão conceitual, o trabalho colaborativo, a experiência sensorial do aprendente e a facilidade de replicação do experimento.

Todos esses aspectos devem ser levados em consideração no momento de escolher a abordagem de aprendizagem que será direcionada às características dos aprendentes de acordo com os objetivos que se pretende alcançar e as habilidades que se planeja adquirir.

O uso de mais de uma abordagem não só é possível, como pode ser muito valioso na construção de conhecimento prático por meio de laboratórios. Um exemplo seria unir a experiência sensorial de estar em um laboratório tradicional no início das experimentações e à medida em que se avança na coleta de dados o acesso pode ser feito por meio remoto, ou até mesmo com o uso de simuladores. Tudo vai depender da disponibilidade desses recursos e dos objetivos pedagógicos a serem alcançados.

Referências

ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. **Towards constructivist laboratory education: Case study for process control laboratory.** 2008 38th Annual Frontiers in Education Conference. [S.l.]: [s.n.]. Oct 2008. p. S1B-9-S1B-14.

ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. The TriLab, a Novel ICT Based Triple Access Mode Laboratory Education Model. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 262-274, #jan# 2011. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2010.07.023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.023>>.

ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. Developing the TriLab, a triple access mode (hands-on, virtual, remote) laboratory, of a process control rig using LabVIEW and Joomla. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 21, n. 4, p. 614-626, 2013. ISSN ISSN: 1099-0542 DOI: 10.1002/cae.20506. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/cae.20506>>.

ACKERMANN, Edith K. Ferramentas para um aprendizado construtivo: repensando a interação. Disponível em: <<https://web.media.mit.edu/~edith/publications/in%20portugese/1993.Ferramentas.pdf>>. Acessado em 09/03/2019 às 22h.

ALAMO, J. A. et al. The MIT Microelectronics WebLab: a Web-Enabled Remote. **Networked Learning in a Global Environment**, Berlin, Alemanha, 2002.

ALBU, M.; HOLBERT, K.; MIHAI, F. **Online Experimentation and Simulation in a Signal Processing Virtual Laboratory**. Proc. of the International Conference on Engineering Education. [S.l.]: [s.n.]. 2003.

ALFANO, M.; LENZITTI, B.; VERSACE, R. **On-Lab**: A web environment for On-line Labs development. Proc. of ACM International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'2005). [S.l.]: [s.n.]. 2005. p. 16-17.

ALVES, L. Educação a distância: conceitos e história no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 10, jan. 2011. ISSN Qualis - ISSN - 1806 - 1362. Disponível em: <http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2011/Artigo_07.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2016.

AMPATZOGLU, A.; STAMELOS, I. Software engineering research for computer games: A systematic review. **Information and Software Technology**, v. 52, n. 9, p. 888-901, sep 2010. ISSN DOI: 10.1016/j.infsof.2010.05.004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2010.05.004>>.

ASHBY, J. E. **The effectiveness of collaborative technologies in remote lab delivery systems**. 2008 38th Annual Frontiers in Education Conference. [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). oct 2008.

ATKAN, B. et al. Distance learning applied to control engineering laboratories. **IEEE Trans. Educ.**, v. 39, n. 3, p. 320-326, 1996. ISSN DOI: 10.1109/13.538754. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/13.538754>>.

AZAD, A. K. M. On-line Physical Laboratory Experiment: Which Way to Go?, IL-60115, USA, 2011.

AZIZ, E.; ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C. A scalable platform for remote and virtual laboratories. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 5, n. 3, p. 445, 2006.

AZIZ, E.-S. S.; ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C. Content-rich interactive online laboratory systems. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 17, n. 1, p. 61-79, 2009. ISSN ISSN: 1099-0542 DOI: 10.1002/cae.20210. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/cae.20210>>.

BABICH, A. et al. **Web Based Catalogue of Online Experiments**. [S.l.]. 2006. Research report of the ProLearn Network of Excellence (IST 507310), Deliverable 3.8.

BAGNASCO, A. et al. **A Learning Resources Centre for Simulation and Remote Experimentation in Electronics**. Proceedings of the 1st International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. New York, NY, USA: ACM. 2008. p. 63:1--63:7.

BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab. **Comput. Appl. Eng. Educ.**, v. 17, n. 1, p. 108-118, mar 2009. ISSN DOI: 10.1002/cae.20186. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/cae.20186>>.

BELLMUNT, O. G. et al. A distance PLC programming course employing a remote laboratory based on a flexible manufacturing cell. **IEEE Transactions on Education**, v. 49, n. 2, p. 278, 2006.

Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acessado em 30/10/2018 às 20h.

BENCOMO, S. D. Control learning: present and future. **Annual Reviews in Control**, v. 28, n. 1, p. 115-136, jan 2004. ISSN DOI: 10.1016/j.arcontrol.2003.12.002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2003.12.002>>.

BISTÁK, P. **Matlab and Java based virtual and remote laboratories for control engineering**. 2009 17th Mediterranean Conference on Control and Automation. [S.l.]: [s.n.]. 2009.

BISTÁK, P. **Virtual and remote laboratories based on MATLAB, JAVA and EJS**. Proceedings of the 17th International Conference on Process Control. [S.l.]: [s.n.]. 2009. p. 506-511.

BORGOLTE, U. **Interface design of a virtual laboratory for mobile robot programming**. Proceedings of the m-ICTE2009 Int. Conf. on Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education, Lisbon, Portugal, April. [S.l.]: [s.n.]. 2008. p. 22-24.

BRASIL. Ministério de Estado da Educação. **PORTARIA Nº 4.059, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2004**, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/nova/acs_portaria4059.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2016.

BRASIL. Presidência da República - Casa Civil. **DECRETO Nº 5.622, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2005**, 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5622.htm>. Acesso em: 28 jul. 2016.

BREIVOLD, H. P.; CRNKOVIC, I.; LARSSON, M. A systematic review of software architecture evolution research. **Information and Software Technology**, v. 54, n. 1, p. 16-40, jan 2012. ISSN DOI: 10.1016/j.infsof.2011.06.002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2011.06.002>>.

BRINSON, J. R. Learning Outcome Achievement in Non-traditional (Virtual and Remote) Versus Traditional (Hands-on) Laboratories. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 87, n. C, p. 218-237, sep 2015. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2015.07.003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>>.

CABRERA, M. et al. **GILABVIR: Virtual Laboratories and Remote Laboratories in engineering: A teaching innovation group of interest**. IEEE EDUCON 2010 Conference. [S.l.]: [s.n.]. April 2010. p. 1403-1408.

CASINI, M.; PRATTICCHIZZO, D.; VICINO, A. **Feature - The automatic control telelab**. [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). jun 2004. p. 36-44.

CAZACU, D. A Remote Laboratory for Frequency-response Analysis of Vibrating Mechanical Systems. **Procedia Technology**, v. 12, p. 675-680, 2014. ISSN DOI: 10.1016/j.protcy.2013.12.548. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.548>>.

- CHASSAPIS, C.; AZIZ, E.-S.; ESCHE, S. K. **IT-Enhanced Laboratory Experience within a Mechanical Engineering Undergraduate Curriculum**. Structures Congress 2008: 18th Analysis and Computation Specialty Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2008. p. 1-17.
- CHEN, X. et al. **Using Virtual and Remote Laboratory to Enhance Engineering Technology Education**. Proc., ASEE Annual Conference & Exposition. AC 2011. [S.l.]: [s.n.]. 2011.
- CHEN, X.; SONG, G.; ZHANG, Y. Virtual and remote laboratory development: A review. **Proceedings of Earth and Space**, v. 55, p. 3843-3852, 2010.
- CIKIC, S. et al. **Networked Experiments and Scientific Resource Sharing in Cooperative Knowledge Spaces**. Eighth IEEE International Symposium on Multimedia (ISM'06). [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). 2006.
- COOPER, M. The challenge of practical work in an eUniversity-real, virtual and remote experiments. **Proceedings of the Information Society Technologies (IST)**, 2000.
- COQUARD, P. et al. AIP-Primeca RAO remote laboratories in automation. **International Journal of Online Engineering**, v. 4, n. 1, p. 12-18, 2008.
- CORTER, J. E. et al. Constructing Reality: A Study of Remote, Hands-on, and Simulated Laboratories. **ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.**, New York, NY, USA, v. 14, n. 2, aug 2007. ISSN ISSN: 1073-0516 DOI: 10.1145/1275511.1275513. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1275511.1275513>>.
- CORTER, J. E. et al. Process and Learning Outcomes from Remotely-operated, Simulated, and Hands-on Student Laboratories. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 57, n. 3, p. 2054-2067, nov 2011. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2011.04.009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.009>>.
- COSTA, R.; ALVES, G.; ZENHA-RELA, M. **Reconfigurable weblabs based on the IEEE1451 Std**. IEEE EDUCON 2010 Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2010. p. 1359-1366.
- COUTINHO, C. P. **Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas**. 2. ed. Coimbra: Almedina, 2014.
- COUTINHO, C. P. **Metologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática**. 2. ed. Coimbra: Almedina, 2014.
- COX, D. et al. **Complementary simulation and remote laboratory experiences to hands-on control systems curriculum**. Proceedings of 2010 International Conference on Engineering Education. [S.l.]: [s.n.]. 2010.
- DE LA TORRE, L. et al. **A Framework for Implementing Virtual and Remote Laboratories in Scientific Course**. The 2011 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering. [S.l.]: [s.n.]. 2011.
- DENIZ, D. Z.; BULANCAK, A.; OZCAN, G. **A novel approach to remote laboratories**. Frontiers in Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual. [S.l.]: [s.n.]. 2003. p. T3E--8.

DOBSON, E. L.; HILL, M.; TURNER, J. D. An Evaluation of the Student Response to Electronics Teaching Using a CAL Package. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 25, n. 1-2, p. 13-20, sep 1995. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/0360-1315(96)81766-0. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0360-1315\(96\)81766-0](http://dx.doi.org/10.1016/0360-1315(96)81766-0)>.

DORMIDO, S. et al. Developing and implementing virtual and remote labs for control education: The UNED pilot experience. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 41, n. 2, p. 8159-8164, 2008.

DUARTE, N. O debate contemporâneo das teorias pedagógicas. Formação de professores: limites contemporâneos e alternativas necessárias. **Cultura Acadêmica**, São Paulo, p. 33-49, 2010.

DZIABENKO, O. et al. **Secondary school needs in remote experimentation and instrumentation**. Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2012 9th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. July 2012. p. 1-4.

ECKHOFF, E. C. et al. **Interactive virtual laboratory for experience with a smart bridge test**. Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Montréal, Quebec, Canada, June 16--19. [S.l.]: [s.n.]. 2002.

EDUCAÇÃO, M. D. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, v. 2, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>.

EJS. Easy Java Simulations. Disponível em: <<http://www.um.es/fem/EjsWiki/pmwiki.php>>. Acesso em: 11 out. 2016.

ELAWADY, Y.; TOLBA, A. S.; OTHERS. Educational objectives of different laboratory types: A comparative study. **arXiv preprint arXiv:0912.0932**, 2009.

ENGUM, S. A.; JEFFRIES, P.; FISHER, L. Intravenous catheter training system: Computer-based education versus traditional learning methods. **The American Journal of Surgery**, v. 186, n. 1, p. 67-74, jul 2003. ISSN DOI: 10.1016/S0002-9610(03)00109-0. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9610\(03\)00109-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9610(03)00109-0)>.

FABREGAS, E. et al. Developing a remote laboratory for engineering education. **Computers & Education**, v. 57, n. 2, p. 1686-1697, sep 2011. ISSN DOI: 10.1016/j.compedu.2011.02.015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.015>>.

FAKAS, G. J.; NGUYEN, A. V.; GILLET, D. The Electronic Laboratory Journal: A Collaborative and Cooperative Learning Environment for Web-based Experimentation. **Computer Supported Cooperative Work**, 2005. 28.

FAROOQ, M.; KHLAD, H.; ALI, U. LMS and Virtual Labs for Engineering Education. **Academy of Contemporary Research Journal**, v. II, n. IV, p. 171-174, 2013.

FEDÁK, V. et al. **Virtual and remote experimentation in motion control**. Int. Conference on Mechatronics, AD University of Trencin, Faculty of Mechatronics. [S.l.]: [s.n.]. 2008.

FEISEL, L. D.; ROSA, A. J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 121-130, 2005.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p.

GADZHANOV, S.; NAFALSKI, A. **Pedagogical effectiveness of remote laboratories for measurement and control**. Citeseer. [S.l.]. 2010.

GADZHANOV, S.; NAFALSKI, A.; GÖL, Ö. **A remote laboratory for motion control and feedback devices**. Instytut Elektrotechniki. [S.l.]. 2010.

GAMPE, A. et al. An Assessment of Remote Laboratory Experiments in Radio Communication. **IEEE Transactions on Education**, v. 57, n. 1, p. 12-19, Feb 2014. ISSN ISSN: 0018-9359 DOI: 10.1109/TE.2013.2262685.

GARCIA-ZUBIA, J. et al. **Application and user perceptions of using the WebLab-Deusto-PLD in technical education**. 2011 Frontiers in Education Conference (FIE). [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). oct 2011.

GILLET, D. et al. The cockpit: An effective metaphor for web-based experimentation in engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 3, p. 389-397, 2003.

GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current Trends in Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 56, n. 12, p. 4744-4756, Dec 2009. ISSN ISSN: 0278-0046 DOI: 10.1109/TIE.2009.2033293.

GUSTAVSSON, I. et al. On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and Use of Collaborative Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 2, n. 4, p. 263-274, Oct 2009. ISSN ISSN: 1939-1382 DOI: 10.1109/TLT.2009.42.

GUSTAVSSON, I. et al. **The VISIR Open Lab Platform 5.0-an architecture for a federation of remote laboratories**. Proceedings of the REV 2011 Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2011.

HAN, S.; KWON, B. Remote experiments for control education. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 41, n. 2, p. 9117-9121, 2008.

HÕIMOJA, H. et al. **Electrical Drives Remote Laboratory at the TUT**. 5th International Symposium Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering. Kuressaare: [s.n.]. jan 2008.

HOYER, H. et al. **Virtual laboratory for real-time control of inverted pendulum/gantry crane**. 11th Mediterranean Conference on Control and Automation. [S.l.]: [s.n.]. 2003.

HU, W.; LIU, G. P.; ZHOU, H. Web-Based 3-D Control Laboratory for Remote Real-Time Experimentation. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 60, n. 10, p. 4673-4682, Oct 2013. ISSN ISSN: 0278-0046 DOI: 10.1109/TIE.2012.2208440.

JAN MACHOTKA, Z. N. A. N.; GOL, O. **A Remote Laboratory For Collaborative Experiments**. 2009 Annual Conference & Exposition. Austin: ASEE Conferences. June 2009. <https://peer.asee.org/5207>.

JARA BRAVO, C. A.; CANDELAS HERÍAS, F. A.; TORRES MEDINA, F. An advanced interactive interface for Robotics e-learning. **iJOE**, v. 4, n. 4, p. 17-25, 2008.

JARA, C. A. et al. Hands-on Experiences of Undergraduate Students in Automatics and Robotics Using a Virtual and Remote Laboratory. **Computers & Education**, Oxford, v. 57, n. 4, p. 2451-2461, dec 2011. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2011.07.003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.003>>.

JARA, C. A. et al. Synchronous collaboration of virtual and remote laboratories. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 20, n. 1, p. 124-136, 2012. ISSN ISSN: 1099-0542 DOI: 10.1002/cae.20380. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/cae.20380>>.

JOOMLA. Joomla! – Content Management System to build web sites & apps. Disponível em: <<https://www.joomla.org/about-joomla.html>>. Acesso em: 11 out. 2016.

KARAKASIDIS, T. **Virtual and remote labs in higher education distance learning of physical and engineering sciences**. Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE. [S.l.]: [s.n.]. March 2013. p. 798-807.

KATHANE, B. Y.; DAHIKAR, P. B.; SHARMA, S. J. Upcoming trends of Virtual Experiments for Laboratories. **International Journal of Computer Science and Business Informatics**, v. 2, n. 1, 2013.

KEILSON, S.; KING, E.; SAPNAR, M. **Learning science by doing science on the Web**. FIE-99 Frontiers in Education. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No.99CH37011). [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). 1999.

KENNEPOHL, D. et al. Remote access to instrumental analysis for distance education in science. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 6, n. 3, 2006.

KOLIAS, V.; ANAGNOSTOPOULOS, I.; KAYAFAS, E. **Remote experiments in education: A survey over different platforms and application fields**. Optimization of Electrical and Electronic Equipment, 2008. OPTIM 2008. 11th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. May 2008. p. 181-188.

KONG, S. C.; YEUNG, Y. Y.; WU, X. Q. An experience of teaching for learning by observation: Remote-controlled experiments on electrical circuits. **Computers & Education**, v. 52, n. 3, p. 702-717, apr 2009. ISSN DOI: 10.1016/j.compedu.2008.11.011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.11.011>>.

KOSTELNÍKOVÁ, M.; OZVOLDOVÁ, M. Teachers' attitudes towards remote experimentation. **Journal of technology and information education [online]**, v. 4, n. 2, 2012.

KOSTELNÍKOVÁ, M.; OZVOLDOVÁ, M. Inquiry in Physics Classes by Means of Remote Experiments. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 89, p. 133-138, oct 2013.

ISSN DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.08.822. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.822>>.

LI, L. et al. **Online autonomous guidance system for remote experiments in control engineering**. SMC-03 Conference Proceedings. 2003 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Conference Theme - System Security and Assurance (Cat. No.03CH37483). [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). 2003.

LINDSAY, E. D.; GOOD, M. C. Effects of Laboratory Access Modes Upon Learning Outcomes. **IEEE Trans. Educ.**, v. 48, n. 4, p. 619-631, nov 2005. ISSN DOI: 10.1109/TE.2005.852591. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TE.2005.852591>>.

LOBO, M. C. C. et al. **Using remote experimentation in a large undergraduate course: Initial findings**. 2011 Frontiers in Education Conference (FIE). [S.l.]: [s.n.]. Oct 2011. p. S4G-1-S4G-7.

LOWE, D.; NEWCOMBE, P.; STUMPERS, B. Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. **Springer**, Sydney, 20 jul. 2012. 23.

MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories. **CSUR**, v. 38, n. 3, p. 7--es, sep 2006. ISSN DOI: 10.1145/1132960.1132961. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1132960.1132961>>.

MACDONALD, S.; HEADLAM, N. **Research Methods Handbook: Introductory guide to research methods for social research**. Manchester: Centre for Local Economic Strategies, 2008.

MACHOTKA, J. et al. **Collaboration in the remote laboratory NetLab**. WIETE. [S.l.]. 2010.

MARCELINO, R. et al. Extended immersive learning environment: a hybrid remote/virtual laboratory. **International journal of online engineering**, 2010.

MATHWORKS. MATLAB - Mathworks, 25 Maio 2016. Disponível em: <<http://www.mathworks.com/products/matlab>>.

MATHWORKS. Simulink - Simulation and Model-based Design, 25 Maio 2016. Disponível em: <<http://www.mathworks.com/products/simulink>>.

MCATEER, E. et al. Simulation software in a life sciences practical laboratory. **Computers & Education**, v. 26, n. 1-3, p. 101-112, apr 1996. ISSN DOI: 10.1016/0360-1315(96)00011-5. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0360-1315\(96\)00011-5](http://dx.doi.org/10.1016/0360-1315(96)00011-5)>.

MEJÍAS BORRERO, A.; ANDÚJAR MÁRQUEZ, J. M. A Pilot Study of the Effectiveness of Augmented Reality to Enhance the Use of Remote Labs in Electrical Engineering Education. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 5, p. 540-557, 2012. ISSN ISSN: 1573-1839 DOI: 10.1007/s10956-011-9345-9. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9345-9>>.

MICROSOFT. Microsoft Silverlight. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/silverlight>>. Acesso em: 11 out. 2016.

MOKHTAR, A.; MIKHAIL, G. R.; SEONG-JOO, C. A Survey on Remote Laboratories for E-learning and Remote Experimentation. **Contemporary Engineering Sciences**, v. 7, n. 29, p. 1617-1624, 2014.

MOODLE. About Moodle – Moodle Docs.. Disponível em: <https://docs.moodle.org/31/en/About_Moodle>. Acesso em: 11 out. 2016.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10. ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOULTON, B. D.; LASKY, V. L.; MURRAY, S. J. The development of a remote laboratory: educational issues. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 3, n. 1, 2004.

MYSQL. MySQL : About MySQL.. Disponível em: <<http://www.mysql.com/about/>>. Acesso em: 11 out. 2016.

NADDAMI, A. et al. Remote Laboratories In Engineering Education. **Scientific Bulletin of the Petru Maior University of Targu Mures**, v. 12, n. 1, p. 18-23, 2015.

NATIONAL Instruments. **National Instruments**, 30 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.ni.com/white-paper/3388/en/#toc1>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

NATIVE INSTRUMENTS. Ambiente gráfico de desenvolvimento de sistemas LabVIEW, 25 Maio 2016. Disponível em: <<http://www.ni.com/labview/pt/>>.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSKI, A. **Enriching student learning experiences in remote laboratories**. World Institute for Engineering & Technology Education. [S.l.]. 2011.

NETLAB. NetLab – The Online Remote Laboratory. Disponível em: <<http://netlab.unisa.edu.au/index.xhtml>>. Acesso em: 11 out. 2016.

NICKERSON, J. V. et al. A model for evaluating the effectiveness of remote engineering laboratories and simulations in education. **Computers & Education**, v. 49, n. 3, p. 708-725, nov 2007. ISSN DOI: 10.1016/j.compedu.2005.11.019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.019>>.

ODEH, S. A Web-Based Remote Lab Platform with Reusability for Electronic Experiments in Engineering Education. **iJOE**, v. 10, n. 4, p. 40-45, 2014.

OGOT, M.; ELLIOTT, G.; GLUMAC, N. **Hands-on laboratory experience via remote control: Jet thrust laboratory**. Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. [S.l.]: [s.n.]. 2002.

ORACLE. Applet (Java Platform 8). Disponível em: <<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/applet/Applet.html>>. Acesso em: 11 out. 2016.

ORACLE. Java Software | Oracle. Disponível em: <<https://www.oracle.com/java/index.html>>. Acesso em: 11 out. 2016.

OZVOLDOVÁ, M.; SCHAUER, F.; LUSTIG, F. **Real Remote Mass Spring Laboratory Experiments across Internet--Inherent Part of Integrated E-Learning of Oscillations**. Conference ICL2007, September 26-28, 2007. [S.l.]: [s.n.]. 2007. p. 10.

PALADINI, S. et al. **Using Remote Lab Networks to Provide Support to Public Secondary School Education Level**. Computational Science and Engineering Workshops, 2008. CSE-WORKSHOPS '08. 11th IEEE International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. July 2008. p. 275-280.

PERDUKOVA, D.; FEDOR, P. **A virtual laboratory for the study of Mechatronics**. Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), 2011 9th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. Oct 2011. p. 163-166.

PEREIRA, C. E.; PALADINI, S.; SCHAF, F. M. **Control and automation engineering education: Combining physical, remote and virtual labs**. Systems, Signals and Devices (SSD), 2012 9th International Multi-Conference on. [S.l.]: [s.n.]. March 2012. p. 1-10.

PERL. About perl. Disponível em: <<https://www.perl.org/about.html>>. Acesso em: 11 out. 2016.

PHP. PHP: Hypertext Preprocessor. Disponível em: <<http://php.net/>>. Acesso em: 11 out. 2016.

POPESCU, D. et al. **Remote vs. simulated, virtual or real-time automation laboratory**. 2009 IEEE International Conference on Automation and Logistics. [S.l.]: [s.n.]. Aug 2009. p. 1410-1415.

PORTILLO-RODRÍGUEZ, J. et al. Tools used in Global Software Engineering: A systematic mapping review. **Information and Software Technology**, v. 54, n. 7, p. 663-685, jul 2012. ISSN DOI: 10.1016/j.infsof.2012.02.006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2012.02.006>>.

PRATA, D.N.; SANTOS, G.F.; RODRIGUES, W. **Tecnologias Educacionais no Tocantins: face a face**. EDUFT, 2018. 274p.

PREKAS, K. et al. **Automatic Control Lab: A Pilot System for Simulation and Remote Performance of Experiments**. 2005 WSEAS International Conference on Engineering Education. Vouliagmeni: [s.n.]. jul 2005.

RAINERI, D. Virtual laboratories enhance traditional undergraduate biology laboratories. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 29, n. 4, p. 160-162, 2001. ISSN DOI: 10.1016/S1470-8175(01)00060-1. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1470-8175\(01\)00060-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-8175(01)00060-1)>.

ROJKO, A.; HERCOG, D.; JEZERNIK, K. Power Engineering and Motion Control Web Laboratory: Design, Implementation, and Evaluation of Mechatronics Course. **IEEE Trans. Ind. Electron.**, v. 57, n. 10, p. 3343-3354, oct 2010. ISSN DOI: 10.1109/TIE.2009.2031189. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2009.2031189>>.

ROJKO, A.; HERCOG, D.; JEZERNIK, K. Power Engineering and Motion Control Web Laboratory: Design, Implementation, and Evaluation of Mechatronics Course. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 57, n. 10, p. 3343-3354, Oct 2010. ISSN ISSN: 0278-0046 DOI: 10.1109/TIE.2009.2031189.

ROSA, A. **The challenge of instructional laboratories in distance education**. ABET Annual Meeting. Baltimore: [s.n.]. oct 2003.

ROSSITER, J. A. et al. Developing web accessible laboratories for introductory systems and control using student projects. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 44, n. 1, p. 7274-7279, 2011.

SAAD, M. et al. Enhanced remote laboratory work for engineering training. **Proceedings of the Canadian Engineering Education Association**, 2013.

SAFARIC, R. et al. Control and robotics remote laboratory for engineering education. **iJOE International Journal on Online Engineering**, 2005.

SANCRISTOBAL, E. et al. **Remote labs as learning services in the educational arena**. 2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.]: [s.n.]. April 2011. p. 1189-1194.

SANTANA, I. et al. Remote Laboratories for Education and Research Purposes in Automatic Control Systems. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 9, n. 1, p. 547-556, Feb 2013. ISSN: 1551-3203 DOI: 10.1109/TII.2011.2182518. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TII.2011.2182518>>.

SANTOS, L. M. A.; TAROUÇO, L. M. R. A importância do estudo da teoria cognitiva em uma educação tecnológica. **Novas tecnologias na educação**, Porto Alegre, v. 5, p. 48, 2007. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14145/8082>>.

SAVIN-BADEN, M. **Understanding how to use problem-based learning effectively in remote and virtual labs**. Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2012 9th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. July 2012. p. 1-5.

SCANLON, E. et al. Remote Experiments, Re-versioning and Re-thinking Science Learning. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 43, n. 1-2, p. 153-163, aug 2004. ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2003.12.010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2003.12.010>>.

SCHAF, F. M. et al. Collaborative learning environment using distributed mixed reality experiment for teaching mechatronics. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 40, n. 1, p. 120-125, 2007.

SCHAF, F. M. et al. Collaborative learning and engineering workspaces. **Annual Reviews in Control**, v. 33, n. 2, p. 246-252, dec 2009. ISSN DOI: 10.1016/j.arcontrol.2009.05.002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2009.05.002>>.

SCHAF, F. M.; PEREIRA, C. E. Integrating Mixed-Reality Remote Experiments Into Virtual Learning Environments Using Interchangeable Components. **IEEE Trans. Ind. Electron.**, v. 56, n. 12, p. 4776-4783, dec 2009. ISSN DOI: 10.1109/TIE.2009.2026369. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2009.2026369>>.

SEILER, S. Current Trends in Remote and Virtual Lab Engineering. Where are we in 2013? **iJOE**, v. 9, n. 6, p. 12-16, 2013.

SEVERINO, J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007. rev. e atual.

SICKER, D. C. et al. **Assessing the effectiveness of remote networking laboratories**. Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2005. p. S3F--S3F.

SILVA, J. B. D. **A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 196. 2006.

SILVA, J. B.; ALVES, G. R.; ALVES, J. B. M. **Using Remote Experimentation to Provide Support to Public Secondary School Education Level**. IADIS International Conference WWW/Internet 2008. Freiburg: [s.n.]. 2008.

SRUTHI, R. M.; ANANYA, S.; MURUGESHWARI, B. Web Based Virtual Control System Laboratory and On-Line Temperature Control of Electrophoresis Equipment using LabVIEW. **International Journal of Computer Applications**, v. 1, n. 6, p. 115-120, 2010.

TAWFIK, M. et al. Expanding the Boundaries of the Classroom: Implementation of Remote Laboratories for Industrial Electronics Disciplines. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 7, n. 1, p. 41-49, March 2013. ISSN ISSN: 1932-4529 DOI: 10.1109/MIE.2012.2206872.

TEMELTA, H.; GOKASAN, M.; BOGOSYAN, S. Hardware in the loop robot simulators for on-site and remote education in robotics. **International Journal of Engineering Education**, v. 22, n. 4, p. 815, 2006.

THE LABSHARE INSTITUTE. Labshare - The Australian laboratory sharing initiative, 25 Maio 2016. Disponível em: <<http://www.labshare.edu.au/>>.

TRIPATHI, P. K.; JIDHU MOHAN, M.; GANGADHARAN, K. V. Design and Implementation of Web based Remote Laboratory for Engineering Education. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 2, n. 2, p. 270-278, 2012.

TURKLE, S. et al. **Simulation and Its Discontents**. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 2009. Link: <https://epdf.pub/simulation-and-its-discontents.html>

TZAFESTAS, C. S.; PALAIOLOGOU, N.; ALIFRAGIS, M. Virtual and Remote Robotic Laboratory: Comparative Experimental Evaluation. **IEEE Trans. Educ.**, v. 49, n. 3, p. 360-369, aug 2006. ISSN DOI: 10.1109/TE.2006.879255. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TE.2006.879255>>.

UGUR, M.; SAVAS, K.; ERDAL, H. An internet-based real-time remote automatic control laboratory for control education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 2, p. 5271-5275, 2010. ISSN DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.03.859. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.859>>.

UHOMOIBHI, J.; MORTON, W.; UHOMOIBHI, J. E-laboratory design and implementation for enhanced science, technology and engineering education. **Campus-Wide Information Systems**, v. 28, n. 5, p. 367-377, 2011.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação**. <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1876/1847>>. Acessado em: 30/10/2018 às 19h.

VAN MERRIËNBOER, J. J. G.; SWELLER, J. Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. **Educational Psychology Review**, v. 17, n. 2, p. 147-177, jun 2005. ISSN DOI: 10.1007/s10648-005-3951-0. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>>.

VAN STADEN, J. C.; BRAUN, M. W. H.; VAN TONDER, B. J. E. Computerized Pendulum Experiment for the Introductory Physics Laboratory. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 11, n. 4, p. 281-292, dec 1987. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/0360-1315(87)90030-3. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0360-1315\(87\)90030-3](http://dx.doi.org/10.1016/0360-1315(87)90030-3)>.

W3C. VRML Virtual Reality Modeling Language. Disponível em: <<https://www.w3.org/MarkUp/VRML/>>. Acesso em: 11 out. 2016.

W3SCHOOLS. Introduction to HTML. Disponível em: <http://www.w3schools.com/html/html_intro.asp>. Acesso em: 11 out. 2016.

W3SCHOOLS. JavaScript Introduction. Disponível em: <http://www.w3schools.com/js/js_intro.asp>. Acesso em: 11 out. 2016.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WEISMAN, D. Incorporating a collaborative web-based virtual laboratory in an undergraduate bioinformatics course. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 38, n. 1, p. 4-9, jan 2010. ISSN DOI: 10.1002/bmb.20368. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20368>>.

WOLF, T. Assessing Student Learning in a Virtual Laboratory Environment. **IEEE Trans. Educ.**, v. 53, n. 2, p. 216-222, may 2010. ISSN DOI: 10.1109/TE.2008.2012114. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/TE.2008.2012114>>.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2ª. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

Apêndice – Estudos Citados na seção 4

- [1] MA, Jing; NICKERSON, Jeffrey V. Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 38, n. 3, p. 7, 2006.
- [2] CIKIC, S. et al. **Networked Experiments and Scientific Resource Sharing in Cooperative Knowledge Spaces**. Eighth IEEE International Symposium on Multimedia (ISM'06). [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). 2006.
- [3] SEILER, S. Current Trends in Remote and Virtual Lab Engineering. Where are we in 2013? **iJOE**, v. 9, n. 6, p. 12-16, 2013.
- [4] DORMIDO, S. et al. Developing and implementing virtual and remote labs for control education: The UNED pilot experience. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 41, n. 2, p. 8159-8164, 2008.
- [5] TRIPATHI, P. K.; JIDHU MOHAN, M.; GANGADHARAN, K. V. Design and Implementation of Web based Remote Laboratory for Engineering Education. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 2, n. 2, p. 270-278, 2012.
- [6] CORTER, J. E. et al. Process and Learning Outcomes from Remotely-operated, Simulated, and Hands-on Student Laboratories. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 57, n. 3, p. 2054-2067, nov 2011. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2011.04.009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.009>>.
- [7] SCANLON, E. et al. Remote Experiments, Re-versioning and Re-thinking Science Learning. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 43, n. 1-2, p. 153-163, aug 2004. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2003.12.010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2003.12.010>
- [8] NICKERSON, J. V. et al. A model for evaluating the effectiveness of remote engineering laboratories and simulations in education. **Computers & Education**, v. 49, n. 3, p. 708-725, nov 2007. ISSN DOI: 10.1016/j.com.
- [9] ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. The TriLab, a Novel ICT Based Triple Access Mode Laboratory Education Model. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 262-274, #jan# 2011. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2010.07.023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.023>>
- [10] FABREGAS, E. et al. Developing a remote laboratory for engineering education. **Computers & Education**, v. 57, n. 2, p. 1686-1697, sep 2011. ISSN DOI: 10.1016/j.compedu.2011.02.015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.015>>
- [11] JARA, C. A. et al. Hands-on Experiences of Undergraduate Students in Automatics and Robotics Using a Virtual and Remote Laboratory. **Computers & Education**, Oxford, v. 57, n. 4, p. 2451-2461, dec 2011. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2011.07.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.003>.
- [12] BRINSON, J. R. Learning Outcome Achievement in Non-traditional (Virtual and Remote) Versus Traditional (Hands-on) Laboratories. **Comput. Educ.**, Oxford, v. 87, n. C, p.

- 218-237, sep 2015. ISSN ISSN: 0360-1315 DOI: 10.1016/j.compedu.2015.07.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003>.
- [13] BENCOMO, S. D. Control learning: present and future. **Annual Reviews in Control**, v. 28, n. 1, p. 115-136, jan 2004. ISSN DOI: 10.1016/j.arcontrol.2003.12.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2003.12.002>.
- [14] SCHAF, F. M. et al. Collaborative learning and engineering workspaces. **Annual Reviews in Control**, v. 33, n. 2, p. 246-252, dec 2009. ISSN DOI: 10.1016/j.arcontrol.2009.05.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2009.05.002>.
- [15] UGUR, M.; SAVAS, K.; ERDAL, H. An internet-based real-time remote automatic control laboratory for control education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 2, p. 5271-5275, 2010. ISSN DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.03.859. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.859>.
- [16] KOSTELNÍKOVÁ, M.; OZVOLDOVÁ, M. Inquiry in Physics Classes by Means of Remote Experiments. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 89, p. 133-138, oct 2013. ISSN DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.08.822. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.822>.
- [17] CAZACU, D. A Remote Laboratory for Frequency-response Analysis of Vibrating Mechanical Systems. **Procedia Technology**, v. 12, p. 675-680, 2014. ISSN DOI: 10.1016/j.protcy.2013.12.548. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.548>.
- [18] JARA BRAVO, C. A.; CANDELAS HERÍAS, F. A.; TORRES MEDINA, F. An advanced interactive interface for Robotics e-learning. **iJOE**, v. 4, n. 4, p. 17-25, 2008.
- [19] HOYER, H. et al. **Virtual laboratory for real-time control of inverted pendulum/gantry crane**. 11th Mediterranean Conference on Control and Automation. [S.l.]: [s.n.], 2003.
- [20] NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSKI, A. **Enriching student learning experiences in remote laboratories**. World Institute for Engineering & Technology Education. [S.l.], 2011.
- [21] NADDAMI, A. et al. Remote Laboratories In Engineering Education. **Scientific Bulletin of the Petru Maior University of Targu Mures**, v. 12, n. 1, p. 18-23, 2015.
- [22] MOKHTAR, A.; MIKHAIL, G. R.; SEONG-JOO, C. A Survey on Remote Laboratories for E-learning and Remote Experimentation. **Contemporary Engineering Sciences**, v. 7, n. 29, p. 1617-1624, 2014.
- [23] GADZHANOV, S.; NAFALSKI, A.; GÖL, Ö. **A remote laboratory for motion control and feedback devices**. Instytut Elektrotechniki. [S.l.], 2010.
- [24] MOULTON, B. D.; LASKY, V. L.; MURRAY, S. J. The development of a remote laboratory: educational issues. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 3, n. 1, 2004.

- [25] JAN MACHOTKA, Z. N. A. N.; GOL, O. **A Remote Laboratory For Collaborative Experiments**. 2009 Annual Conference & Exposition. Austin: ASEE Conferences. June 2009. <https://peer.asee.org/5207>.
- [26] FEDÁK, V. et al. **Virtual and remote experimentation in motion control**. Int. Conference on Mechatronics, AD University of Trencin, Faculty of Mechatronics. [S.l.]: [s.n.]. 2008.
- [27] GILLET, D. et al. The cockpit: An effective metaphor for web-based experimentation in engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 3, p. 389-397, 2003.
- [28] SRUTHI, R. M.; ANANYA, S.; MURUGESHWARI, B. Web Based Virtual Control System Laboratory and On-Line Temperature Control of Electrophoresis Equipment using LabVIEW. **International Journal of Computer Applications**, v. 1, n. 6, p. 115-120, 2010
- [29] BORGOLTE, U. **Interface design of a virtual laboratory for mobile robot programming**. Proceedings of the m-ICTE2009 Int. Conf. on Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education, Lisbon, Portugal, April. [S.l.]: [s.n.]. 2008. p. 22-24.
- [30] COQUARD, P. et al. AIP-Primeca RAO remote laboratories in automation. **International Journal of Online Engineering**, v. 4, n. 1, p. 12-18, 2008
- [31] GADZHANOV, S.; NAFALSKI, A. **Pedagogical effectiveness of remote laboratories for measurement and control**. Citeseer. [S.l.]. 2010
- [32] SCHAF, F. M. et al. Collaborative learning and engineering workspaces. **Annual Reviews in Control**, v. 33, n. 2, p. 246-252, dec 2009. ISSN DOI: 10.1016/j.arcontrol.2009.05.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2009.05.002>.
- [33] TEMELTA, H.; GOKASAN, M.; BOGOSYAN, S. Hardware in the loop robot simulators for on-site and remote education in robotics. **International Journal of Engineering Education**, v. 22, n. 4, p. 815, 2006.
- [34] AZIZ, E.; ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C. A scalable platform for remote and virtual laboratories. **World Transactions on Engineering and Technology Education**, v. 5, n. 3, p. 445, 2006.
- [35] ODEH, S. A Web-Based Remote Lab Platform with Reusability for Electronic Experiments in Engineering Education. **iJOE**, v. 10, n. 4, p. 40-45, 2014.
- [36] KATHANE, B. Y.; DAHIKAR, P. B.; SHARMA, S. J. Upcoming trends of Virtual Experiments for Laboratories. **International Journal of Computer Science and Business Informatics**, v. 2, n. 1, 2013.
- [37] BISTÁK, P. **Virtual and remote laboratories based on MATLAB, JAVA and EJS**. Proceedings of the 17th International Conference on Process Control. [S.l.]: [s.n.]. 2009. p. 506-511
- [38] OZVOLDOVÁ, M.; SCHAUER, F.; LUSTIG, F. **Real Remote Mass Spring Laboratory Experiments across Internet--Inherent Part of Integrated E-Learning of Oscillations**. Conference ICL2007, September 26-28, 2007. [S.l.]: [s.n.]. 2007. p. 10.

- [39] SILVA, J. B.; ALVES, G. R.; ALVES, J. B. M. **Using Remote Experimentation to Provide Support to Public Secondary School Education Level**. IADIS International Conference WWW/Internet 2008. Freiburg: [s.n.]. 2008.
- [40] HÕIMOJA, H. et al. **Electrical Drives Remote Laboratory at the TUT**. 5th International Symposium Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering. Kuressaare: [s.n.]. jan 2008.
- [41] AZAD, A. K. M. **On-line Physical Laboratory Experiment: Which Way to Go?**, IL-60115, USA, 2011.
- [42] ROSSITER, J. A. et al. **Developing web accessible laboratories for introductory systems and control using student projects**. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 44, n. 1, p. 7274-7279, 2011.
- [43] KENNEPOHL, D. et al. **Remote access to instrumental analysis for distance education in science**. **The International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 6, n. 3, 2006.
- [44] PREKAS, K. et al. **Automatic Control Lab: A Pilot System for Simulation and Remote Performance of Experiments**. 2005 WSEAS International Conference on Engineering Education. Vouliagmeni: [s.n.]. jul 2005.
- [45] BISTÁK, P. **Matlab and Java based virtual and remote laboratories for control engineering**. 2009 17th Mediterranean Conference on Control and Automation. [S.l.]: [s.n.]. 2009.
- [46] ELAWADY, Y.; TOLBA, A. S.; OTHERS. **Educational objectives of different laboratory types: A comparative study**. **arXiv preprint arXiv:0912.0932**, 2009.
- [47] SAFARIC, R. et al. **Control and robotics remote laboratory for engineering education**. **iJOE International Journal on Online Engineering**, 2005.
- [48] HAN, S.; KWON, B. **Remote experiments for control education**. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 41, n. 2, p. 9117-9121, 2008.
- [49] ALBU, M.; HOLBERT, K.; MIHAI, F. **Online Experimentation and Simulation in a Signal Processing Virtual Laboratory**. Proc. of the International Conference on Engineering Education. [S.l.]: [s.n.]. 2003.
- [50] SAAD, M. et al. **Enhanced remote laboratory work for engineering training**. **Proceedings of the Canadian Engineering Education Association**, 2013
- [51] CHASSAPIS, C.; AZIZ, E.-S.; ESCHE, S. K. **IT-Enhanced Laboratory Experience within a Mechanical Engineering Undergraduate Curriculum**. Structures Congress 2008: 18th Analysis and Computation Specialty Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2008. p. 1-17.
- [52] CHEN, X.; SONG, G.; ZHANG, Y. **Virtual and remote laboratory development: A review**. **Proceedings of Earth and Space**, v. 55, p. 3843-3852, 2010.
- [53] SICKER, D. C. et al. **Assessing the effectiveness of remote networking laboratories**. Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2005. p. S3F--S3F.

- [54] BELLMUNT, O. G. et al. A distance PLC programming course employing a remote laboratory based on a flexible manufacturing cell. **IEEE Transactions on Education**, v. 49, n. 2, p. 278, 2006.
- [55] ASHBY, J. E. **The effectiveness of collaborative technologies in remote lab delivery systems**. 2008 38th Annual Frontiers in Education Conference. [S.l.]: Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). oct 2008
- [56] WOLF, Tilman. Assessing student learning in a virtual laboratory environment. **Education, IEEE Transactions on**, v. 53, n. 2, p. 216-222, 2010.
- [57] SCHAF, F. M.; PEREIRA, C. E. Integrating Mixed-Reality Remote Experiments Into Virtual Learning Environments Using Interchangeable Components. **IEEE Trans. Ind. Electron.**, v. 56, n. 12, p. 4776-4783, dec 2009. ISSN DOI: 10.1109/TIE.2009.2026369. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2009.2026369>.
- [58] ROJKO, A.; HERCOG, D.; JEZERNIK, K. Power Engineering and Motion Control Web Laboratory: Design, Implementation, and Evaluation of Mechatronics Course. **IEEE Trans. Ind. Electron.**, v. 57, n. 10, p. 3343-3354, oct 2010. ISSN DOI: 10.1109/TIE.2009.2031189. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/TIE.2009.2031189>.
- [59] POPESCU, D. et al. **Remote vs. simulated, virtual or real-time automation laboratory**. 2009 IEEE International Conference on Automation and Logistics. [S.l.]: [s.n.]. Aug 2009. p. 1410-1415.
- [60] GOMES, L.; BOGOSYAN, S. Current Trends in Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 56, n. 12, p. 4744-4756, Dec 2009. ISSN ISSN: 0278-0046 DOI: 10.1109/TIE.2009.2033293
- [61] GUSTAVSSON, I. et al. On Objectives of Instructional Laboratories, Individual Assessment, and Use of Collaborative Remote Laboratories. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 2, n. 4, p. 263-274, Oct 2009. ISSN ISSN: 1939-1382 DOI: 10.1109/TLT.2009.42.
- [62] CABRERA, M. et al. **GILABVIR: Virtual Laboratories and Remote Laboratories in engineering: A teaching innovation group of interest**. IEEE EDUCON 2010 Conference. [S.l.]: [s.n.]. April 2010. p. 1403-1408.
- [63] SANCRISTOBAL, E. et al. **Remote labs as learning services in the educational arena**. 2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.]: [s.n.]. April 2011. p. 1189-1194.
- [64] SANCRISTOBAL, E. et al. **Remote labs as learning services in the educational arena**. 2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). [S.l.]: [s.n.]. April 2011. p. 1189-1194
- [65] PEREIRA, C. E.; PALADINI, S.; SCHAF, F. M. **Control and automation engineering education: Combining physical, remote and virtual labs**. Systems, Signals and Devices (SSD), 2012 9th International Multi-Conference on. [S.l.]: [s.n.]. March 2012. p. 1-10.

- [66] SAVIN-BADEN, M. **Understanding how to use problem-based learning effectively in remote and virtual labs**. Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2012 9th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. July 2012. p. 1-5.
- [67] GUSTAVSSON, I. et al. **The VISIR Open Lab Platform 5.0-an architecture for a federation of remote laboratories**. Proceedings of the REV 2011 Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2011
- [68] CORTER, J. E. et al. Constructing Reality: A Study of Remote, Hands-on, and Simulated Laboratories. **ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.**, New York, NY, USA, v. 14, n. 2, aug 2007. ISSN ISSN: 1073-0516 DOI: 10.1145/1275511.1275513. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1275511.1275513>.
- [69] BAGNASCO, A. et al. **A Learning Resources Centre for Simulation and Remote Experimentation in Electronics**. Proceedings of the 1st International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. New York, NY, USA: ACM. 2008. p. 63:1--63:7
- [70] ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. Developing the TriLab, a triple access mode (hands-on, virtual, remote) laboratory, of a process control rig using LabVIEW and Joomla. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 21, n. 4, p. 614-626, 2013. ISSN ISSN: 1099-0542 DOI: 10.1002/cae.20506. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/cae.20506>.
- [71] CHEN, X. et al. **Using Virtual and Remote Laboratory to Enhance Engineering Technology Education**. Proc., ASEE Annual Conference & Exposition. AC 2011. [S.l.]: [s.n.]. 2011.
- [72] FAROOQ, M.; KHLAD, H.; ALI, U. LMS and Virtual Labs for Engineering Education. **Academy of Contemporary Research Journal**, v. II, n. IV, p. 171-174, 2013.
- [73] JAN MACHOTKA, Z. N. A. N.; GOL, O. **A Remote Laboratory For Collaborative Experiments**. 2009 Annual Conference & Exposition. Austin: ASEE Conferences. June 2009. <https://peer.asee.org/5207>.
- [74] LOWE, D.; NEWCOMBE, P.; STUMPERS, B. Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. **Springer**, Sydney, 20 jul. 2012. 23.
- [75] MARCELINO, R. et al. Extended immersive learning environment: a hybrid remote/virtual laboratory. **International journal of online engineering**, 2010
- [76] BABICH, A. et al. **Web Based Catalogue of Online Experiments**. [S.l.]. 2006. Research report of the ProLearn Network of Excellence (IST 507310), Deliverable 3.8.
- [77] BALAMURALITHARA, B.; WOODS, P. C. Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab. **Comput. Appl. Eng. Educ.**, v. 17, n. 1, p. 108-118, mar 2009. ISSN DOI: 10.1002/cae.20186. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/cae.20186>.
- [78] ALFANO, M.; LENZITTI, B.; VERSACE, R. **On-Lab: A web environment for On-line Labs development**. Proc. of ACM International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'2005). [S.l.]: [s.n.]. 2005. p. 16-17.

- [79] DE LA TORRE, L. et al. **A Framework for Implementing Virtual and Remote Laboratories in Scientific Course**. The 2011 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering. [S.l.]: [s.n.]. 2011.
- [80] FEISEL, L. D.; ROSA, A. J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 121-130, 2005.
- [81] KOSTELNÍKOVÁ, M.; OZVOLDOVÁ, M. Teachers' attitudes towards remote experimentation. **Journal of technology and information education [online]**, v. 4, n. 2, 2012.
- [82] COX, D. et al. **Complementary simulation and remote laboratory experiences to hands-on control systems curriculum**. Proceedings of 2010 International Conference on Engineering Education. [S.l.]: [s.n.]. 2010.
- [83] COSTA, R.; ALVES, G.; ZENHA-RELA, M. **Reconfigurable weblabs based on the IEEE1451 Std**. IEEE EDUCON 2010 Conference. [S.l.]: [s.n.]. 2010. p. 1359-1366.
- [84] DENIZ, D. Z.; BULANCAK, A.; OZCAN, G. **A novel approach to remote laboratories**. Frontiers in Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual. [S.l.]: [s.n.]. 2003. p. T3E—8.
- [85] KOLIAS, V.; ANAGNOSTOPOULOS, I.; KAYAFAS, E. **Remote experiments in education: A survey over different platforms and application fields**. Optimization of Electrical and Electronic Equipment, 2008. OPTIM 2008. 11th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. May 2008. p. 181-188.
- [86] PALADINI, S. et al. **Using Remote Lab Networks to Provide Support to Public Secondary School Education Level**. Computational Science and Engineering Workshops, 2008. CSEWORKSHOPS '08. 11th IEEE International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. July 2008. p. 275-280.
- [87] ABDULWAHED, M.; NAGY, Z. K. **Towards constructivist laboratory education: Case study for process control laboratory**. 2008 38th Annual Frontiers in Education Conference. [S.l.]: [s.n.]. Oct 2008. p. S1B-9-S1B-14.
- [88] SANTANA, I. et al. Remote Laboratories for Education and Research Purposes in Automatic Control Systems. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 9, n. 1, p. 547-556, Feb 2013. ISSN ISSN: 1551-3203 DOI: 10.1109/TII.2011.2182518. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/TII.2011.2182518>.
- [89] LOBO, M. C. C. et al. **Using remote experimentation in a large undergraduate course: Initial findings**. 2011 Frontiers in Education Conference (FIE). [S.l.]: [s.n.]. Oct 2011. p. S4G-1-S4G-7.
- [90] HU, W.; LIU, G. P.; ZHOU, H. Web-Based 3-D Control Laboratory for Remote Real-Time Experimentation. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 60, n. 10, p. 4673-4682, Oct 2013. ISSN ISSN: 0278-0046 DOI: 10.1109/TIE.2012.2208440.
- [91] DZIABENKO, O. et al. **Secondary school needs in remote experimentation and instrumentation**. Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2012 9th International Conference on. [S.l.]: [s.n.]. July 2012. p. 1-4.

- [92] TAWFIK, M. et al. Expanding the Boundaries of the Classroom: Implementation of Remote Laboratories for Industrial Electronics Disciplines. **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 7, n. 1, p. 41-49, March 2013. ISSN ISSN: 1932-4529 DOI: 10.1109/MIE.2012.2206872.
- [93] GAMPE, A. et al. An Assessment of Remote Laboratory Experiments in Radio Communication. **IEEE Transactions on Education**, v. 57, n. 1, p. 12-19, Feb 2014. ISSN ISSN: 0018-9359 DOI: 10.1109/TE.2013.2262685.
- [94] KARAKASIDIS, T. **Virtual and remote labs in higher education distance learning of physical and engineering sciences**. Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE. [S.l.]: [s.n.]. March 2013. p. 798-807.
- [95] JARA, Carlos A. et al. Synchronous collaboration of virtual and remote laboratories. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 20, n. 1, p. 124-136, 2012.
- [96] AZIZ, E.-S. S.; ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C. Content-rich interactive online laboratory systems. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 17, n. 1, p. 61-79, 2009. ISSN ISSN: 1099-0542 DOI: 10.1002/cae.20210. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/cae.20210>.
- [97] WEISMAN, D. Incorporating a collaborative web-based virtual laboratory in an undergraduate bioinformatics course. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 38, n. 1, p. 4-9, jan 2010. ISSN DOI: 10.1002/bmb.20368. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bmb.20368>.
- [98] UHOMOIBHI, J.; MORTON, W.; UHOMOIBHI, J. E-laboratory design and implementation for enhanced science, technology and engineering education. **Campus-Wide Information Systems**, v. 28, n. 5, p. 367-377, 2011.
- [99] KONG, S. C.; YEUNG, Y. Y.; WU, X. Q. An experience of teaching for learning by observation: Remote-controlled experiments on electrical circuits. **Computers & Education**, v. 52, n. 3, p. 702-717, apr 2009. ISSN DOI: 10.1016/j.compedu.2008.11.011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.11.011>.

AS TECNOLOGIAS DE REALIDADE E SUAS APLICAÇÕES NO ENSINO

Leandro Guimarães Garcia

André Roberto Guerra

Priscilla Rodrigues Caminha Carneiro

Germano Bruno Afonso

“Desde que nós não podemos mudar a realidade. Permita-nos mudar os olhos que vêem a realidade.” Nikos Kazantzakis.

Introdução

Dado o seu enorme potencial, as tecnologias da realidade têm sido cada vez mais utilizadas e estudadas em uma infinidade de campos, que vão do turismo, ensino, varejo, jogos, saúde e até na manufatura (CHUAH, 2018). Tais tecnologias têm recebido destaque, sendo elogiadas por sua capacidade de criar passeios virtuais em lojas e destinos turísticos, reabilitar lesão cerebral, virtualmente inspecionar o design interior e exterior de um carro que ainda não existe, entre diversas outras aplicações.

Na educação e treinamento, as tecnologias de realidade preenchem a lacuna entre educadores/instrutores e aprendentes/estagiários, permitindo uma colaboração mais estreita (próxima), mesmo quando as pessoas participam de cursos e treinamentos remotamente. As tecnologias de realidade podem acelerar o aprendizado, ajudando as empresas a economizar em treinamentos, fornecendo ambientes seguros, onde os *trainees* podem aprender com os erros, sem riscos. As tecnologias de realidade também ajudam os aprendentes a manter o foco e a atenção ao conteúdo, potencializando o engajamento e a retenção de conhecimento (RADIANTI *et al.*, 2020).

Para apresentações e colaborações, as tecnologias de realidade permitem visualização compartilhada em larga escala e representações vívidas e detalhadas de projetos e estruturas. Outra grande vantagem para a educação e o treinamento, é a fácil atualização de conteúdo e a utilização de recursos de imersão, pois não é necessário recriar ou desenvolver novamente todo o conteúdo, podendo ser reutilizado e editado o quanto for necessário.

Fornecer experiências imersivas está permitindo que as marcas melhorem a forma como comercializam produtos, aproximando os clientes de seu mundo. Os consumidores podem experimentar e visualizar mercadorias antes de fazer uma compra física (CHUAH, 2018).

Enquanto a VR (realidade virtual) substitui o mundo real por uma experiência de simulação (mundo virtual), a AR (realidade aumentada) permite que um objeto virtual seja experimentado ao mesmo tempo em que se experimenta o mundo real. A MR (realidade mista) fornece combinações que interpolam entre os mundos real e virtual em várias proporções, ao longo de um

eixo de “virtualidade”. A realidade mediada vai um passo além ao misturar/combinar, também modificando a realidade (MANN, 2018).

Todas essas tecnologias são muitas vezes fundidas (integradas) para induzir os usuários a experiências mais imersivas. Seja assistindo filmes em 360°, caminhando através de modelos 3D de edifícios, viajando pelo universo, jogando, ou realizando quaisquer outras experiências imersivas, as tecnologias de realidade podem criar uma ilusão para as pessoas (usuários) se sentirem como se estivessem presentes em um novo mundo digital (O’DONNELL, 2020).

1 Breve Histórico acerca das Tecnologias de Realidade

Vamos resumir a história das tecnologias da realidade através de uma linha do tempo extraída principalmente dos trabalhos de Basu (2019), Arth (2015), Mandal (2013) e Mann (2018).

1896 – George Stratton desenvolve os óculos de cabeça para baixo (*upside-down eyeglasses*) com a finalidade de estudar os efeitos da visão opticamente mediada no cérebro;

1916 - Uma patente (U.S. 1183492) é concedida para um visor de periscópio sustentado na cabeça (WEAPON) para Albert B. Pratt;

1929 - Advento do primeiro simulador de vôo mecânico por Edward Link. Em vez de voar em aviões de asas curtas também conhecidos como aviões de treinamento Pinguim, os pilotos se sentavam em uma réplica do *cockpit* com cada painel de instrumentos replicado. Esse simulador não constitui exemplo de realidade virtual porque não foi criado por computador, mas traz em si as ideias de imersão, presença e interatividade;

1956 - Morton Heilig criou um simulador multissensorial usando um filme pré-gravado em cores e estéreo. Ele aumentou o som binaural, introduziu odores, vento e experiências vibratórias. Foi uma experiência completa, exceto que não era um sistema interativo;

1960 - Uma patente (US 2955156) foi concedida a Morton Heilig por um dispositivo de televisão estereoscópica montado sobre a cabeça para uso individual, que se assemelhava muito ao conceito de óculos 3D;

1961 - Os engenheiros da Philco, Comeau e Bryan, criam um HMD (*head mounted display* – tela montada na cabeça) que rastreia o movimento da cabeça seguindo um sistema de visualização por vídeo câmera remota. Este é um exemplo prematuro do sistema de telepresença;

1961 - Charles Wyckoff registrou uma patente por seu filme “XR”, que permitiu às pessoas ver explosões nucleares e outros fenômenos além do alcance da visão humana normal (Wyckoff, 1961);

1963 - Ivan Sutherland cria o Sketchpad. Este é o primeiro aplicativo de computador gráfico interativo que pode selecionar e desenhar usando uma caneta de luz adicionalmente à entrada do teclado;

1965 - Ivan Sutherland explica o conceito de seu *display* definitivo em que o usuário pode interagir com objetos em um mundo hipotético que não está em conformidade com a nossa realidade física;

1968 - Ivan Sutherland publica “Um visor tridimensional montado na cabeça” onde descreve um dispositivo considerado como o primeiro HMD, com rastreamento apropriado dos movimentos da cabeça. Ele suportava uma visão estéreo que era atualizada corretamente de acordo com a posição e orientação da cabeça do usuário. Esse é considerado o primeiro sistema de realidade virtual produzido em *hardware*, não em conceito (Mandal, 2013). Ele também é considerado o primeiro sistema de realidade aumentada;

1971 - Inspirado no conceito de *display* definitivo de Sutherland, Fred Brooks iniciou o GROPE em 1967 e o lançou em 1971. GROPE era um sistema do tipo *force-feedback*, criado para suportar a visualização científica na área de *docking* molecular como uma ferramenta para ajudar bioquímicos a visualizar moléculas e suas interações atômicas;

1972 - Pong, desenvolvido pela Atari, traz gráficos interativos multijogador em tempo real para o público;

1973 - Novoview, o primeiro sistema digital de geração de imagens de computador para simulação de voo foi entregue pela Evan and Sutherland Computer Corp. Só era capaz de simular cenas noturnas com exibição limitada a um único horizonte sombreado;

1976 - Myron Krueger criou uma realidade artificial chamada Videoplace. Este sistema capturava as silhuetas dos usuários em câmeras e as projetava em uma tela grande. Os usuários eram capazes de interagir com as silhuetas uns dos outros conforme suas posições eram mapeadas para o espaço da tela 2D. Este seria, sem dúvida, o primeiro exemplo de VR colaborativo colocalizado, em que os usuários monitorados localmente eram capazes de interagir dentro do mundo virtual;

1977 – Uma luva chamada de *Sayre Glove* foi desenvolvida por Daniel J. Sandin e Thomas Defanti no Laboratório de Visualização Eletrônica da Universidade de Illinois em Chicago. A primeira luva de dados foi desenvolvida baseada na ideia de Richard Sayre. Esta luva usa tubos condutores de luz para transmitir quantidades variáveis de luz proporcionais à quantidade de flexão do dedo, estimando assim a configuração da mão do usuário;

1978 – *Aspen Movie Map*, um sistema hipermídia interativo desenvolvido pelo MIT, permite a um usuário realizar um *tour* virtual pela cidade de Aspen. Esse sistema apresentava um mundo virtual com fortes características de imersão e presença;

1979 - Eric Howlett desenvolve o sistema LEEP (*Large Expanse Enhanced Perspective*) para fornecer um amplo campo de visão a partir de uma pequena tela. Esta tecnologia será posteriormente integrada nos primeiros HMD's desenvolvidos na NASA (*VIVID display*);

1981 - *Silicon Graphics, Inc.* é fundada por Jim Clark e seu aluno em Stanford para produzir estações de trabalho gráficas e econômicas de alta velocidade para serem usadas em instalações de realidade virtual. O *Super Cockpit* torna-se operacional na Base Aérea de *Wright Patterson*. O *Super Cockpit* inclui um visor frontal transparente montado no capacete do piloto. Conforme os pilotos olham em direções diferentes, sua visão é aumentada com informações relevantes. No mesmo ano, no MIT, a equipe de projeto do espaço de trabalho estereoscópico começa a trabalhar em uma tela de realidade aumentada que permite aos usuários explorar assuntos como

desenhos 3D, plantas arquitetônicas e layout 3D de *chips* de computador. O dispositivo alavancava um meio espelho para sobrepor uma imagem de computador sobre os objetos do mundo real, como as mãos do usuário;

1982 - Thomas Furness no *Armstrong Medical Research Laboratories* da Força Aérea dos EUA desenvolveu o *Visually Coupled Airborne Systems Simulator* (VCASS) - um simulador de vôo avançado. Os pilotos usavam um HMD que aumentava a visão da janela fora da vista por descrever graficamente o alvo ou otimizava as informações acerca do caminho de vôo;

1983 - Mark Callahan do MIT desenvolve um dos primeiros sistemas de realidade virtual no estilo HMD fora do laboratório de Sutherland;

1984 - VPL (*Virtual Programming Languages*) *Research, Inc.* é fundada por Jaron Lanier, que no futuro irá cunhar o termo realidade virtual. VPL *Research, Inc.* é contratada pela NASA para trabalhar no *DataGlove* and *EyePhone*. VIVED (*Virtual Visual Environment Display*) – um HMD estereoscópico monocromático é construído pelo laboratório de pesquisa NASA-Ames com a finalidade de entregar experiências vívidas no espaço 3D;

1985 – A VPL *Research, Inc.* manufatura *DataGlove*. Essa luva de dados era interativa e ligada ao computador através de fios. Ela possuía sensores que rastreavam os movimentos e orientação da mão. Ela inspirou a *Power Glove* lançada em 1989 pela Nintendo, com o intuito de aumentar a sensação de presença em seus jogos;

1989 - Jaron Lanier, *CEO* da VPL, cunhou o termo *virtual reality* para trazer uma grande variedade de projetos virtuais em uma única rubrica. VPL *Research, Inc.* anuncia o RB2 (*Reality Built for Two*), um sistema de realidade virtual completo. Esse sistema permitia que mais de um usuário compartilhasse o mesmo espaço virtual. As formas e comportamentos dos mundos virtuais eram especificados graficamente, de modo que não-programadores pudessem projetá-los. A Mattel apresenta o *PowerGlove* para o sistema de videogame doméstico Nintendo;

1990 – Inicia a comercialização do BOOM pelo *Fake Space Labs*. BOOM é uma pequena caixa contendo dois monitores que utilizam tubos de imagem que podem ser vistos através dos orifícios para os olhos. O usuário fixa seus olhos através dos orifícios da caixa e a movimenta, deslocando-se pelo mundo virtual. A caixa fica suspensa através de um braço mecânico cujos sensores rastreiam a posição e orientação da caixa, de forma a ajustar as alterações de imagem do mundo visual. No mesmo ano, a NASA-Ames *Research Labs* desenvolveu um aplicativo de realidade virtual, o *Virtual Wind tunnel*, para observar e investigar campos de fluxo de fluidos para melhorar projetos aerodinâmicos, com a ajuda de *DataGlove* e BOOM;

1991 - Mann e Wyckoff trabalharam juntos para construir um dispositivo de visão denominado *XR vision* para aumento e extensão sensorial humana por meio de *High Dynamic Range* (HDR) combinada com realidade virtual/aumentada. A *Virtual Research System, Inc.* lança o capacete de vôo VR-2. Este foi o primeiro momento em que o preço do HMD caiu para menos de dez mil dólares;

1992 – Um projetor de realidade virtual é apresentado na SIGGRAPH'92 como uma alternativa aos HMD's. A principal atração era o sistema CAVE. CAVE é um sistema de visualização científica e realidade virtual que usa imagens estereoscópicas projetadas em várias paredes. Introduziu uma qualidade e resolução superior para os displays de imagem e tem um campo de visão muito maior em comparação com sistemas baseados em HMD. Tom Caudell e David

Mizell cunham o termo *augmented reality* para se referir à sobreposição de material apresentado por computador dentro do real mundo;

1993 - As duas primeiras conferências com orientação acadêmica são realizadas para a comunidade de realidade virtual. O *VRAIS'93* em Seattle e o workshop *Research Frontiers in Virtual Reality IEEE* em San Jose. Mais tarde, o *VRAIS* e o *Research Frontiers in VR* simplesmente se fundiram para serem conhecidos como IEEE VR. Além disso, o *SensAble devices* lançam o primeiro dispositivo *PHANTOM*. O *PHANTOM* é um dispositivo de *display* de força (*force-feedback*) de baixo custo desenvolvido no MIT. Os *displays* de força podem integrar métodos *haptic* de modelagem que permitem sentir objetos virtuais com as mãos. Ainda nesse ano Fitzmaurice cria o Camaleão para exibir informações localizadas espacialmente com um dispositivo portátil. Esse sistema não aumentava a realidade em termos de sobreposição de objetos no mundo real;

1994 - Paul Milgram e Fumio Kishino publicam seu artigo intitulado *Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays* no qual eles definem o *continuum* Reality-Virtuality. Eles descrevem um *continuum* que vai do ambiente real ao ambiente virtual. Entre eles estão a Realidade Aumentada, mais perto do ambiente real e Virtualidade Aumentada, que está mais próxima do ambiente virtual;

1995 - Jun Rekimoto e Katashi Nagao criam a *NaviCam*, com a mesma ideia central por trás do Camaleão de Fitzmaurice. A *NaviCam*, por outro lado, realiza rastreamento óptico e exibe informações sensíveis ao contexto em uma tela diretamente no topo de um vídeo alimentado por uma câmera. Benjamin Bederson introduziu o termo Audio Augmented Reality, apresentando um sistema que demonstrou um aumento da modalidade de audição. O protótipo desenvolvido usa um *Mdplayer* que reproduz informações de áudio com base na posição rastreada do usuário como parte de um guia de museu. Ainda nesse ano, o Virtual I/O quebra a barreira do preço de mil dólares para um HMD com monitores VIO. Esses monitores incluem uma unidade de medição inercial fornecendo informação de rotação da cabeça;

1997 – Ronald Azuma publica um artigo intitulado *A Survey of Augmented Reality* onde define 3 características-chave para a realidade aumentada: a) combina o real com o virtual; b) é interativa em tempo real; c) é registrada em 3D. Junto com o *continuum* de Milgram e Kishino (1994) a sugestão de Ronald Azuma conceitua a realidade aumentada. No mesmo ano Steve Feiner e seu grupo apresentam a *Touring Machine*, o primeiro sistema móvel de realidade aumentada (MARS). Ele usa uma tela transparente com um rastreador de orientação integral; uma mochila segurando um computador; GPS diferencial e rádio digital para acesso à web sem fio; e um computador portátil com interface para caneta e *touchpad*. Ainda em 1997 a Sony lança o *Glasstron*, uma série de HMD's (opcionalmente transparentes) voltados ao público em geral. A adoção foi bastante pequena, mas o preço acessível do HMD o tornou muito popular na pesquisa de realidade aumentada. Por fim, ainda no mesmo ano, Philippe Kahn inventa o telefone celular com câmera;

1998 – Ocorre a primeira conferência de realidade aumentada intitulada *International Workshop on Augmented Reality (IWAR)* em São Francisco (Zhou, 2008).

1999 - Hirokazu Kato e Mark Billinghurst apresentam o *ARToolKit*. O *ARToolKit* é uma biblioteca de rastreamento de código aberto gratuito, voltada principalmente para aplicativos de realidade aumentada. Ele foi desenvolvido e lançado com a colaboração entre o laboratório

HIT e a *ATR Media Integration*. Embora projetado para realidade aumentada, a biblioteca de rastreamento oferece uma solução econômica para fazer rastreamento de posição com apenas uma webcam. Ainda nesse ano, Tobias Hollerer e colaboradores desenvolvem um sistema de realidade aumentada móvel que permite ao usuário poder explorar notícias de hipermídia localizadas em lugares específicos, e realizar um passeio guiado pelo campus que sobrepõe modelos de edifícios anteriores. Este foi o primeiro sistema de realidade aumentada móvel a usar RTK GPS e um sistema de rastreamento de orientação magnético-inercial;

2000 - Fritsch e colaboradores apresentam uma arquitetura geral para sistemas de realidade aumentada em larga escala como parte do projeto NEXUS. O modelo NEXUS apresenta a noção de mundo aumentado usando gerenciamento distribuído de dados e uma variedade de sistemas de sensores;

2001 - Kooper e MacIntyre criam o *RWWWBrowser*, um aplicativo móvel de realidade virtual que atua como uma interface para the *WorldWideWeb*. É o primeiro navegador de realidade virtual. Em 2008 o Wikitude irá implementar uma ideia semelhante em um telefone celular;

2003 - É lançado o Siemens SX1 com o primeiro jogo de realidade aumentada compatível com uma câmera de celular comercial chamado *Mozzies* (também conhecido como Caça ao Mosquito). No mesmo ano, Sinem Guven apresenta um sistema de autoria em realidade aumentada móvel para a criação e edição de narrativas hipermídia 3D que estão entrelaçadas com ambiente circundante de um usuário de computador vestível. Seu sistema foi projetado para autores que não são programadores, e usou uma combinação de arrastar e soltar 3D para posicionar a mídia e uma linha do tempo para sincronização;

2004 - Mathias M Ohring e colaboradores apresentam um sistema para rastreamento de marcadores 3D em um telefone móvel. Este trabalho mostrou um primeiro sistema de realidade aumentada de vídeo transparente em um telefone celular de consumidor. Ele suporta a detecção e diferenciação de diferentes marcadores 3D e integração correta de gráficos 3D renderizados no *stream* de vídeo ao vivo;

2007 - O Google introduziu o *Street View*, suas vistas panorâmicas de 360 graus baseadas na web de imagens em nível da rua. Essas imagens são altamente eficazes na simulação de experiência imersiva quando renderizada através de seu modo estereoscópico 3D, posteriormente anunciado em 2010. No mesmo ano, Klein e Murray apresentam um sistema capaz de um robusto rastreamento e mapeamento em tempo real em paralelo com uma câmera monocular em pequenos espaços de trabalho;

2008 - Wagner e colaboradores apresentam a primeira implementação 6DOF de rastreamento em tempo real em telefones celulares alcançando taxas de quadros interativos de até 20 Hz. Eles modificam fortemente os conhecidos métodos SIFT e Ferns para ganhar mais velocidade e reduzir os requisitos de memória. No mesmo ano, com a Realidade aumentada 2.0, Schmalstieg e colaboradores apresentam pela primeira vez, um conceito que combinou ideias da Web 2.0, como mídia social, crowd sourcing por meio de participação pública e uma arquitetura aberta para marcação e distribuição de conteúdo, e aplicou-o à realidade aumentada móvel para criar uma experiência de realidade aumentada escalonável. Ainda em 2008 Mobilizy lança o *Wikitude*, um aplicativo que combina dados de GPS e bússola com entradas da *Wikipedia*. O navegador mundial *Wikitude* sobrepõe informações na câmera em tempo real vistas de um *smartphone Android*;

2009 – *SPRX mobile* lança Layar, uma variante avançada do *Wikitude* que combina uma quantidade gigantesca de informações organizadas e serviços aos ambientes. Georg Klein apresenta um vídeo mostrando seu sistema SLAM (*simultaneous localization and mapping*) rodando em tempo real em um *iPhone*. É a primeira vez que um sistema 6DoF SLAM é conhecido por ser executado em telefones móveis em velocidade suficiente. Com o aumento da capacidade computacional dos *smartphones* no decorrer dos anos esse sistema acabou dominando a pesquisa de realidade aumentada em telefones móveis;

2010 – A Microsoft inicia a comercialização do Kinect. Ele apresenta tecnologia de detecção de movimento, microfone, câmera colorida e era integrado ao console Xbox 360. Esse dispositivo permitia a execução de jogos interativos em realidade virtual no Xbox 360 e posteriormente no Xbox One;

2012 - O projeto *Fov2Go* é apresentado pelo laboratório *MxR* da Universidade do Sul da Califórnia. Ele é um *kit* de *software* e *hardware* que suporta a criação de experiências em realidade virtual imersiva usando *smartphones*. No mesmo ano, Palmer Luckey lançou uma campanha para financiamento coletivo do Oculus Rift DK1 HMD. Esta foi a primeira vez que um projeto de HMD foi oferecido comercialmente por um preço inicial de trezentos dólares;

2013 - A *Valve* desenvolveu e compartilhou livremente sua descoberta de telas de baixa persistência que tornaram possível a exibição de conteúdo de realidade virtual sem atrasos e sem manchas.

2 VR (realidade virtual) / AR (realidade aumentada) / MR (realidade mista) / XR (realidade estendida) / XYR (realidade mediada)

Segundo Milgram e Kishino (1994), VR, AR e MR formam um *continuum* realidade-virtualidade com o mundo real em um extremo, e um ambiente completamente virtual (VR) no outro. Tudo no meio, não incluindo os extremos, seria a realidade mista (MR). A realidade mista, por sua vez englobaria a realidade aumentada (AR) que seria principalmente um ambiente real acrescido com algumas partes virtuais e a virtualidade aumentada (AV) que seria um ambiente principalmente virtual acrescido com algumas partes reais. A figura 1 ilustra a ideia exposta acima.

Figura 1: *Continuum Mundo Real em direção ao Ambiente Virtual*



Fonte: Adaptado de Stretton *et al.* (2018)

2.1 VR – *Virtual Reality* (Realidade Virtual)

Segundo Shahrbanian *et al.* (2012), VR é uma tecnologia de simulação não invasiva que permite ao usuário interagir com um ambiente gerado por computador, nas três dimensões (3D) de largura, altura e profundidade. Na VR, a animação e a simulação são controladas interativamente em resposta à manipulação direta do usuário (ROBERTSON *et al.*, 1993).

A VR difere de outras tecnologias digitais quanto a sua capacidade de integração. Ao ser integrada a uma outra tecnologia digital ela assume completamente a forma dessa tecnologia. Desse modo, ela pode ser integrada ao uso de simuladores, jogos, teleconferências sem alterar as características básicas por trás do uso dessas tecnologias, potencializando-as. A VR tem a capacidade de envolver completamente o usuário, conduzindo-o na realização de atividades em um ambiente virtual. Essa capacidade advém de seus 3 principais recursos: interatividade, presença e imersão (MÜTTERLEIN, 2018).

O termo interatividade pode ser descrito como “o grau para o qual um usuário pode modificar o ambiente de VR em tempo real” (STEUER, 1995 apud RADIANTI *et al.*, 2020, p. 3).

Witmer e Singer (1998 apud RADIANTI *et al.*, 2020, p. 3) descrevem a presença como “a experiência subjetiva de estar em um local ou ambiente, mesmo quando o usuário encontra-se fisicamente situado em outro”.

Acerca da imersão, Mütterlein (2018, p. 1407) afirma que:

Alguns pesquisadores veem a imersão como um estado de espírito, ou seja, uma experiência psicológica subjetiva e a definem, por exemplo, como o sentimento de estar envolvido e absorvido pelo mundo virtual. Outros pesquisadores vêem a imersão como uma capacidade tecnológica de um sistema de VR. Isso significa que existem tecnologias de VR que são mais ou menos imersivas, por exemplo, usando mais ou menos sensores ou com um campo de visão maior ou menor.

Sendo assim, podemos afirmar que a imersão, do ponto de vista psicológico, pode ser definida como um estado mental onde a atenção do usuário esteja totalmente voltada a uma tarefa, de modo que deixe de perceber o ambiente ao seu redor. A imersão, do ponto de vista tecnológico, também pode ser definida como:

[...] a medida em que os computadores são capazes de entregar uma ilusão inclusiva, extensa, envolvente e vívida da realidade. Mais precisamente, isso inclui o grau em que a realidade física é excluída, a gama de modalidades sensoriais envolvidas, a extensão do ambiente circundante assim como a resolução e precisão do conteúdo exibido. (SLATER e WILBUR, 1997 apud RADIANTI *et al.*, 2020, p. 3).

A definição de imersão, do ponto de vista tecnológico, divide a VR em imersiva e não imersiva. Para alcançar o objetivo de imersão como capacidade tecnológica, a VR imersiva abrange tecnologias complexas e revolucionárias que possibilitam a navegação em espaços tridimensionais, interação em tempo real, percepção multissensorial, dentre outros (SHERMAN e CRAIG, 2018).

2.1.1 VR imersiva

Para Gandra (2019), muitos avanços científicos computacionais foram concretizados, o que permitiu a criação de inúmeras interfaces até a ruptura total do limite estabelecido pela tela do computador e culminou na utilização do espaço tridimensional pelo usuário. Espera-se que a VR imersiva leve os conceitos de imersão e presença a níveis muito elevados, inalcançáveis para outras formas de mídia (MÜTTERLEIN, 2018).

Na VR imersiva, imagens, estéreo, geradas por computador envolvem completamente o usuário e substituem o ambiente real. Para uma experiência mais imersiva, os ambientes de VR e AR usam diversos dispositivos convencionais e não convencionais de entrada/saída (HMD's, óculos 3D, *powergloves*, *spaceball*, *joystick etc.*) para tornar a interação o mais real e natural possível (MARTINS, 2012).

Atualmente as experiências de imersão valem-se do uso de um HMD – *Head-Mounted Display* (tela montada sobre a cabeça – popularmente referida como *headset* de realidade virtual) para obter os recursos de visão em 3D, de um mundo artificial, que “engana” o cérebro, fazendo acreditar que o usuário está, por exemplo, andando na lua, nadando no fundo do oceano ou entrando em qualquer novo mundo criado pelos desenvolvedores de VR. O HMD é a base da realidade virtual imersiva moderna e estabeleceu o modelo agora seguido pela realidade mista. A tecnologia percorreu um longo caminho nos últimos 50 a 60 anos, e os pesados, desconfortáveis, e descontroladamente caros *headsets* de realidade virtual do início dos anos 70, evoluíram para algo de tamanho semelhante aos óculos de esqui ou snowboard (UNITY, 2020).

A tecnologia de representação visual associada aos HMD's não representa nenhuma inovação do ponto de vista tecnológico. Suas telas são pequenas, muito próximas aos olhos, e sua representação virtual é escura e de baixa qualidade. O que de fato permitiu ao HMD passar a impressão de realidade ao mundo virtual foi a introdução de tecnologias que registram os movimentos do corpo do usuário. A capacidade de compreender os movimentos da cabeça do usuário, e gerar mudanças em tempo real nas representações visuais e sonoras do ambiente virtual, de acordo com o sentido e direção desse movimento, criou um nível de realismo sem precedentes (BLACK, 2018).

Uma abordagem diferente para alcançar imersão se faz com o uso de CAVE's (*Cave Automatic Virtual Environments*) ou cavernas virtuais. As CAVE's são salas onde todas as

paredes, incluindo o piso, são telas de projeção ou monitores planos. O usuário, que pode estar usando óculos 3D (óculos de realidade virtual), é capaz de movimentar-se nesse mundo projetado. Por razões óbvias podemos afirmar que essa tecnologia não está disponível para a maioria das Instituições de Ensino devido ao seu preço proibitivo e sua dificuldade de deslocamento, quando necessário (FREINA e OTT, 2015).

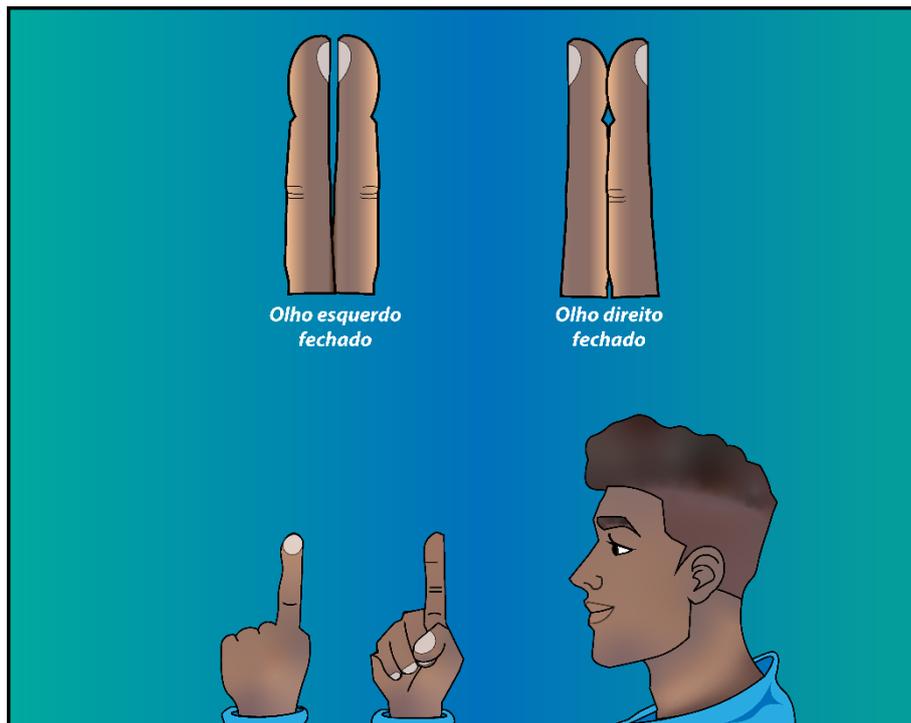
Considerando o fato de que a VR imersiva pode ser alcançada de diversas formas, ao desenvolver sistemas que fazem uso desse conceito, quatro elementos precisam ser considerados (GANDRA, 2019): 1) o ambiente virtual - que está relacionado às características do ambiente e do modelo tridimensional; 2) o ambiente computacional - envolvendo as características do computador e do sistema operacional; 3) a tecnologia de realidade virtual - que abrange o cuidado no hardware utilizado, o rastreamento da cabeça e da mão e o mecanismo de reação; e 4) as formas de interação - que englobam o processo de reconhecimento gestual e sonoro, além da interface e participação de múltiplos usuários.

2.1.1.1 Como a VR imersiva funciona

Para entender o funcionamento da VR imersiva, é necessário compreender os conceitos relacionados à bidimensionalidade (2D – altura x largura), à tridimensionalidade (3D – altura x largura x profundidade) e ao rastreamento.

2.1.1.1.1 Estereoscopia

Segundo Gandra (2019), a expressão “visão estereoscópica” é oriunda do grego e significa “visão sólida”. No homem, é resultante de sua anátomo-fisiologia, que advém do fato de os olhos apresentarem distância média de 6,5 cm, direcionados para o mesmo sentido. Duas imagens (ligeiramente) diferentes, provenientes de cada olho, são unidas pelo cérebro para a formação de apenas uma imagem (Figura 2), fornecendo a noção de proporção e profundidade (FULFORD, 2004).

Figura 2: Visões de cada olho de uma mesma cena

Fonte: Adaptado de Tori *et al.* (2006).

Recriando a experiência que os humanos obtêm ao ver o mundo real com dois olhos, as abordagens tipicamente estereoscópicas fornecem duas imagens distintas da mesma cena, uma para o olho esquerdo, e outra para o olho direito do usuário. Isso aconteceria, por exemplo, através das lentes esquerda e direita de óculos 3D ou de um HMD.

Os óculos 3D possuem 2 lentes que auxiliam na criação de imagens virtuais 3D pela angulação de duas imagens 2D ligeiramente diferentes. Nossos olhos interpretam imagens 2D, processam imagens 2D e nosso cérebro é responsável por transformá-las em 3D com profundidade e perspectiva. Se o objeto ficar muito próximo, as lentes não conseguem juntar as imagens e os olhos perdem o foco. Então, outra função das lentes especiais que as lentes de VR usam é a de corrigir o ângulo da luz que entra no olho e você perceberá o objeto mais distante do que realmente está (IRVINE, 2020).

2.1.1.1.2 Tracking (Rastreamento)

Segundo Gandra (2019), a interação entre o usuário e o computador, durante a qual dispositivos específicos são capazes de registrar pequenas oscilações corporais em tempo real, é uma das características mais importantes na VR imersiva. Quanto mais preciso o rastreamento, mais confortável será a experiência de VR imersiva. Ele funciona através da percepção do movimento do usuário e o rápido ajuste do ambiente virtual de acordo com esse movimento. Ou seja, se o usuário estiver observando um ambiente virtual através de um HMD e vira sua cabeça para a esquerda, ele deve conseguir ver a porção esquerda desse ambiente que não estava visível enquanto ele olhava para frente. Da mesma forma, caso o usuário esteja ouvindo um som, ao

caminhar na direção dele, sua intensidade deverá aumentar proporcionalmente, de acordo com a sua proximidade da origem desse som no ambiente virtual.

São classificadas 3 técnicas de rastreamento mais utilizadas em VR e AR que são baseadas em sensores, na visão e híbridas. As técnicas de rastreamento baseadas em sensores usam sensores magnéticos, acústicos, inerciais, ópticos e/ou mecânicos. Elas são análogas a sistemas de *loop* aberto cuja saída é percebida como tendo erro. As técnicas de rastreamento baseadas na visão podem usar métodos de processamento de imagem para calcular a posição relativa da câmera para objetos do mundo real, sendo análogas a sistemas de *loop* fechado que corrigem erros dinamicamente. As técnicas de rastreamento híbrido combinam diversas tecnologias (baseadas em sensores e na visão) de modo a compensar as deficiências de uma tecnologia específica (ZHOU *et al.*, 2008).

2.1.2 VR não imersiva

A VR não imersiva localiza um usuário em um ambiente 3D que pode ser diretamente manipulado através do uso de uma tela, um teclado, um *mouse* ou um *joystick*. Nesse caso, a infraestrutura computacional necessária para a criação do ambiente virtual tridimensional pode ser um computador, console, tablet ou celular.

Quando o usuário interage com o ambiente virtual e controla a animação 3D, ele é puxado para dentro desse mundo. Apesar de não existir imersão do ponto de vista visual e de movimentos (como capacidade tecnológica), na VR não imersiva ocorre imersão mental e emocional (como sensação psicológica subjetiva). Além disso, existem várias possibilidades híbridas entre os dois tipos de VR, como o uso de luvas (*powergloves*), óculos 3D sincronizados com a tela, rastreamento da cabeça que produz efeitos de paralaxe sem uso de HMD ou visão estéreo (ROBERTSON *et al.*, 1993).

Sistemas de VR não imersiva apresentam 3 vantagens em relação aos sistemas imersivos: 1) evolucionária – compreendendo que a infraestrutura necessária para o uso de VR não imersiva normalmente já se encontra nas casas dos usuários (mouse, computador, teclado, celular) e seu uso é de amplo conhecimento em comparação aos HMD's de elevado custo; 2) limitações técnicas – problemas como atraso no rastreamento e subsequente resposta, tremor de tela causado pelos movimentos do pescoço do usuário, e baixa performance da imagem 3D não são problemas nos sistemas de VR não imersiva; e 3) uso – uso de VR imersiva por longos períodos de tempo geralmente causa estresse físico e psicológico; além disso a VR não imersiva não atrapalha os usuários de ver o que está ao seu redor e não requer vestir qualquer equipamento especial (ROBERTSON *et al.*, 1993).

A maioria dos jogos nos consoles modernos, as visualizações interativas em 3D de moléculas, seres vivos e até mesmo prédios e obras de arte fazem uso da VR não imersiva. Consequentemente podemos afirmar que atualmente existe um imenso número de aplicações que fazem uso de VR não imersiva, tornando-a uma opção a ser considerada seriamente no ensino.

2.2 AR – *Augmented Reality* (Realidade Aumentada)

Segundo Azuma (1997) a realidade aumentada necessariamente apresenta 3 características-chave: a) combina o real com o virtual; b) é interativa em tempo real; c) é registrada em 3D. Junto com o *continuum* de Milgram e Kishino (1994) as características-chave de Azuma (1997) conceituam a realidade aumentada.

Segundo Marr (2019), na realidade aumentada informações e objetos virtuais são sobrepostos (inseridos) no mundo real. Essa experiência aprimora o mundo real com detalhes digitais, como imagens, texto e animação. Isso significa que na AR os usuários não estão isolados do mundo real, podendo interagir completamente com o ambiente que os cerca. A AR sempre ocorre no espaço físico onde o usuário se encontra. A AR representa a combinação do humano, do digital e do mundo físico, de modo que não pode ser considerada independente do usuário, que tem que estar no controle (SPEICHER *et al.*, 2019). Existem diversos domínios que estão se beneficiando do uso da AR, tais como as engenharias, entretenimento e o ensino.

De acordo com Eitoku *et al.* (2006), *design* do *display* (display aqui refere-se a exibição, podendo significar uma tela de laptop, tablet, celular, PDA, um fone de ouvido, ou um dispositivo *haptic*, etc) para AR deverá ter 4 diretrizes: 1) a informação virtual coexiste com o mundo real; 2) suporta trabalho colaborativo; 3) não sobrecarrega o usuário com aparatos especiais; 4) suporta as necessidades para exibir imagens 3D. Segundo Zhou *et al.* (2008), as tecnologias de *display* focam principalmente em 3 tipos: 1) HMD's transparentes (*see-through head-mounted displays*); 2) *displays* baseados em projeção (*projection-based displays*), e 3) *displays* portáteis (*handheld displays*). No caso dos 3 tipos elencados acima, *display* refere-se a uma tela.

HMD's transparentes permitem ao usuário ver o mundo real com objetos virtuais superimpostos nele por tecnologias ópticas ou de vídeo. Sendo assim, eles são divididos em 2 categorias: transparência óptica (*optical see-through*) e transparência em vídeo (*video see-through*). *Displays* de transparência óptica são aqueles que permitem ao usuário ver o mundo real com seus olhos naturais e com gráficos superimpostos sobre sua visão usando um elemento holográfico óptico, meio espelho ou tecnologia similar. *Displays* de transparência em vídeo são aqueles nos quais o usuário tem uma visão em vídeo do mundo real com gráficos sobrepostos nele (ZHOU *et al.*, 2008).

Um *display* baseado em projeção é uma boa opção enquanto tecnologia que não requer uma superfície específica para ver a AR. Existe uma variedade de técnicas de *display* baseadas em projeção para exibição de informação diretamente sobre objetos reais ou ainda diariamente sobre superfícies ordinárias do dia a dia. Essas projeções ainda necessitam o uso de HMD's para *display* baseado em projeção para a visualização dos objetos virtuais no ambiente (ZHOU *et al.*, 2008).

Displays portáteis são uma boa alternativa aos sistemas que usam HMD's. Eles são minimamente intrusivos, socialmente aceitos, prontamente disponíveis e altamente móveis. Exemplos são os *smartphones*, PDA's, PC's, *tablets*, *notebooks* (ZHOU *et al.*, 2008).

Segundo Zhou *et al.* (2008), existem 3 técnicas de ação mútua para aplicações em AR que permitem ao usuário final interagir com o conteúdo virtual de forma intuitiva: 1) AR tangível (*tangible AR*); 2) AR colaborativa (*collaborative AR*), e 3) interface híbrida para AR (*hybrid AR interface*).

Na interface tangível de AR (*tangible AR*) os usuários podem manipular informação digital com objetos físicos. Essas interfaces geralmente usam objetos físicos que são familiares aos usuários e de fácil acessibilidade. Um exemplo de uso é o do livro de mídia universal que combina informação projetada através de AR e um livro físico contendo informações escritas, e que funciona como superfície de *display* (ZHOU *et al.*, 2008).

Na interface colaborativa (*collaborative AR*), a AR suporta atividades remotas e colocadas na forma de espaço compartilhado. A AR colaborativa pode ser usada para potencializar um espaço de trabalho físico, criando uma interface para um trabalho cooperativo suportado por computador em 3D. As aplicações de espaço compartilhado geralmente são muito intuitivas e condutivas a colaborações no mundo real quando o software desenhado para facilitar o trabalho coletivo é mantido simples, e o suporte ao trabalho em equipe é deixado a cargo dos protocolos sociais. Um exemplo de uso é a aplicação AR *Tennis*. Nesse exemplo, dois jogadores apontam suas câmeras de celular em direção a um modelo de quadra de tênis virtual superimposto sobre o mundo real. Os dois usuários então movem seus celulares para acertar uma bola virtual, um contra o outro, ouvindo o som e sentindo a vibração da pancada da bola virtual contra o celular (ZHOU *et al.*, 2008).

A interface híbrida (*hybrid AR interface*) combina uma variedade de interfaces diferentes e complementares. Como resultado, esse sistema suporta um número maior de operações que os convencionais, podendo até mesmo ser expandido para acomodar operações especificadas pelo usuário em tempo real. Um exemplo de uso de interface AR híbrida é o sistema de realidade mista colaborativa chamado VITA para escavação arqueológica. Nele, HMD's transparentes foram combinados com uma grande tela de exibição, uma superfície de mesa de projeto multiusuário e multitoque e *displays* portáteis com capacidade de rastreamento. O usuário poderia usar uma luva de dados, comandos de voz, e a superfície sensível multitoque para interagir de forma multimodal com o sistema e colaborar através de navegação, procura e visualização de dados conjuntamente (ZHOU *et al.*, 2008).

2.3 MR - *Mixed Reality* (Realidade Mista)

Qual é a definição exata de MR? Segundo Speicher *et al.* (2019), ela depende, podendo significar muitas coisas, sendo sua definição sempre baseada no contexto. Abordaremos aqui 6 diferentes definições para MR, de acordo com o trabalho de Speicher *et al.* (2019).

A primeira definição é compatível com o *continuum* realidade-virtualidade de Milgram *et al.* (1995). Nela, a MR representa uma mistura de objetos reais e virtuais dentro de uma representação, em um espectro que vai do mundo completamente real em uma extremidade ao mundo completamente virtual (VR) na outra extremidade. Nesse espectro se encontram a AR (realidade aumentada) quando ocorre predomínio do mundo real com alguns objetos virtuais, e a AV (virtualidade aumentada) quando ocorre predomínio do mundo virtual com alguns objetos reais. Nessa definição a MR englobaria completamente a AR e a AV. Dentro desse conceito alguns consideraram a VR como parte da MR, enquanto outros consideram que a VR não faça parte da MR, conforme figura 1. Um exemplo poderia ser vislumbrado pelo uso do *Tilt Brush* em que o usuário, ao invés de controladores virtuais, vê suas mãos reais incorporadas ao ambiente virtual.

A segunda definição trata MR e a AR como sinônimos e usam os termos de forma intercambiável. Nesse caso a definição de MR seria exatamente a mesma que a de AR.

A terceira definição trata a MR como um tipo de colaboração. Por ela, a MR descreve a interação entre um usuário de AR e outro de VR que estão potencialmente fisicamente separados. Esta noção inclui o mapeamento de espaços, de modo que o ambiente em que se encontra o usuário de AR seja reconstruído em VR. Esse conceito abrange a ideia de novas formas de espaços compartilhados, integrando o local ao remoto, e o físico ao sintético.

A quarta definição vislumbra a MR como o todo de um sistema combinando partes distintas de AR e VR, interagindo uma com a outra, mas não necessariamente totalmente integradas, ou um aplicativo ou dispositivo que podem alternar entre AR e VR quando necessário. Um exemplo poderia ser vislumbrado pelo uso do Pokémon GO que utiliza AR para capturar o Pokémon e VR para visualizar o mapa geral.

A quinta definição compreende a MR como alinhamento de ambientes. Ela implica uma sincronização entre um ambiente físico e um virtual, ou o alinhamento de uma representação virtual com o mundo real. Nessa definição, os ambientes não precisam ser necessariamente AR e VR, e não precisa haver colaboração entre usuários localizados em ambiente separados. Um exemplo poderia ser vislumbrado pelo uso de um sistema que traduz os movimentos do mundo real em uma VR totalmente imersiva (via *Leap Motion*), ou onde o Kinetic observa torres feitas de blocos de construção em uma mesa de terremoto e sincroniza seu estado com torres digitais em uma projeção.

A sexta definição considera MR como uma versão mais forte da AR. Nesse caso, a MR seria caracterizada como tendo uma compreensão ambiental e interacional avançada, tanto do usuário com os objetos virtuais, quanto dos objetos virtuais com o ambiente. Consequentemente, essa noção presume que AR por definição não seja capaz de entregar essas funcionalidades de modo que a MR seria uma evolução da AR. Um exemplo poderia ser vislumbrado pelo uso das HoloLens, onde conteúdos virtuais podem diretamente interagir com o ambiente físico.

A definição que adotaremos nesse capítulo para MR é a primeira, conforme Milgram *et al.* (1995), onde a VR não é considerada parte da MR, por ser mais intuitiva e de fácil compreensão. Da mesma forma que na VR os aspectos de realidade considerados como tendo maior relevância para a MR são os visuais e de interação através de movimentos. Além desses aspectos de realidade, é provável que, no futuro, outros poderão ser bastante explorados, como a audição, geolocalização, sensações táteis, *haptics* (permitindo literalmente sentir objetos virtuais com as mãos), gustação e olfato.

2.4 XR – *Extended Reality* (Realidade Estendida)

Abordaremos aqui 3 diferentes definições para XR, de acordo com o trabalho de Mann *et al.* (2018).

A primeira definição de XR apresenta o conceito de extrapolação no sentido de Wyc-koff-Mann, no ano de 1991, ou seja, como tecnologias que estendem/aumentam/expandem as capacidades sensoriais humanas por meio de computação vestível. Nesse sentido “X” define um eixo que ultrapassa a realidade e representaria um superconjunto englobando o mundo real, a MR e a VR.

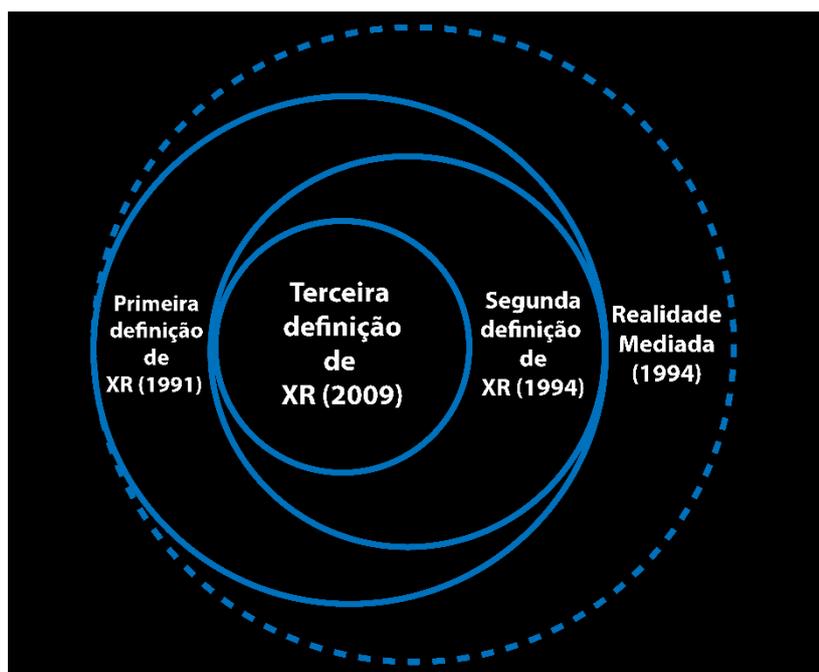
A segunda definição de XR apresenta o conceito de interpolação no sentido de Milgram e Kishino (1994), ou seja, como tecnologias que aumentam os sentidos humanos, criando uma

mistura entre os extremos de realidade e virtualidade. Nesse sentido “X” representa qualquer número em uma linha que define um eixo, cujas extremidades representam o mundo real de um lado, e o mundo virtual do outro, englobando o mundo real, a MR e a VR, de acordo com o observado na figura 1.

A terceira definição de XR apresenta o conceito de cruzamento no sentido de Paradiso-Landay / Coleman (2009), ou seja, como uma forma de realidade mista em que a parte da realidade viria de redes de sensores/atuadores, e a parte da virtualidade viria do compartilhamento virtual *online* entre os mundos. Nesse sentido “X” significa cruzar o mundo real e XR representaria um subconjunto de MR. A taxonomia dessas 3 definições está apresentada na figura 3, mostrando também a realidade XY, que será discutida na próxima seção.

Nesse capítulo adotaremos a segunda definição de XR (MILGRAM e KISHINO, 1994), muito bem explicada por Marr (2019), para quem o “X” é uma variável que pode representar quaisquer ambientes e interações virtuais e reais (combinados) geradas por computação gráfica, em qualquer dispositivo com capacidade para isso, utilizando alguma das técnicas e métodos existentes (e também os que ainda serão criados) de realidade alterada por computador.

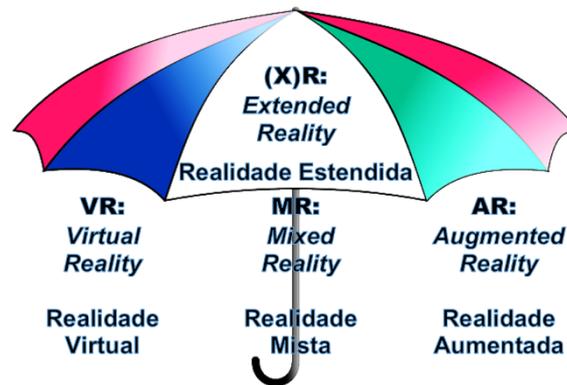
Figura 3: Definições de XR



Fonte: Adaptado de Mann *et al.* (2018)

O termo XR é citado por vários autores como um guarda-chuva que cobre todo um conjunto de siglas e termos, dentre elas destacam-se: 1) VR – *Virtual Reality* (Realidade Virtual); 2) AR – *Augmented Reality* (Realidade Aumentada); e 3) MR – *Mixed Reality* (Realidade Mista).

Figura 4: Conjunto de termos que compõem a realidade estendida (XR)



2.5 XYR - *Mediated Reality* (Realidade Mediada)

Muitas tecnologias realizam um processo de intermediação entre nossa capacidade natural de enxergar o universo e o que verdadeiramente existe nesse universo. Exemplos disso são os sonares, os microscópios, os telescópios. Indo além, também podemos afirmar que muitas tecnologias apresentam a funcionalidade de alterar a forma como percebemos o universo que nos cerca. Exemplos disso são os óculos de sol, os antolhos que colocamos nos cavalos para que não se distraiam com sua visão periférica, os óculos que invertem o campo visual de cabeça para baixo, inventados em 1896, por George Stratton, para estudar os efeitos da visão opticamente mediada no cérebro (MANN *et al.*, 2018).

Devido à existência de uma ampla gama de dispositivos que modificam a percepção humana, Mann (1994) propôs o termo realidade mediada representando um quadro mais geral que inclui o *continuum* realidade virtualidade (eixo X), assim como outro *continuum* derivado das sensações captadas através de dispositivos usados para modificar e misturar vários aspectos da realidade (eixo Y) (MANN, 2002).

A realidade mediada, portanto, refere-se a uma estrutura geral para modificação artificial da percepção humana por meio de dispositivos para aumentar, deliberadamente diminuir, e muito mais geralmente para alterar a forma da entrada sensorial (MANN, 2002). As tecnologias podem mudar (mediar) nossa realidade de duas formas: 1) como resultado de um *design* deliberado da tecnologia para mediar a realidade, ou 2) como um acidente ou efeito colateral não intencional (MANN *et al.*, 2018).

2.5.1 Realidade mediada deliberadamente

A realidade mediada pode ser utilizada nos contextos de computação vestível, prótese, vigilância, meta-vigilância e vigilância de dados. Um exemplo é o uso de lentes que alteram a percepção da realidade através de uma visão fotográfica negativa do mundo, em que áreas iluminadas da imagem são feitas escuras, e áreas escuras tornam-se claras. Outro exemplo é o uso de óculos que filtram anúncios ajudando as pessoas a enxergar de forma mais clara nas cidades. Um último exemplo vem do uso de HDR (*High Dynamic Range*) que usa visão computacional para diminuir o brilho esmagador de um arco elétrico, ao mesmo tempo em que aumenta os detalhes

de escuridão da sombra (nesse caso, além da realidade mediada o HDR também adicionou um conteúdo visual) (MANN *et al.*, 2018).

2.5.2 Realidade mediada não deliberadamente

Para fazer uso da AR utilizamos um celular, tablet ou óculos com lentes especiais para visualizar objetos virtuais dentro do mundo real. O simples fato de que temos uma tecnologia entre nós e nosso mundo exterior significa que os objetos virtuais sobrepostos à realidade estão na verdade sendo sobrepostos a uma realidade modificada não intencionalmente (um exemplo disso ocorre quando ambos os objetos virtuais e reais são apresentados por um dispositivo de exibição de vídeo) (MANN *et al.*, 2018).

A tecnologia usada na VR imersiva, chamada de HMD, pode causar dano cerebral semipermanente ou duradouro, ao mesmo tempo que pode ser útil no tratamento de transtornos como a desordem de estresse pós-traumático, fobias e no tratamento de certos danos cerebrais. No primeiro caso, em que o HMD causa dano cerebral, ele atua alterando a percepção da realidade de forma não intencional (MANN *et al.*, 2018).

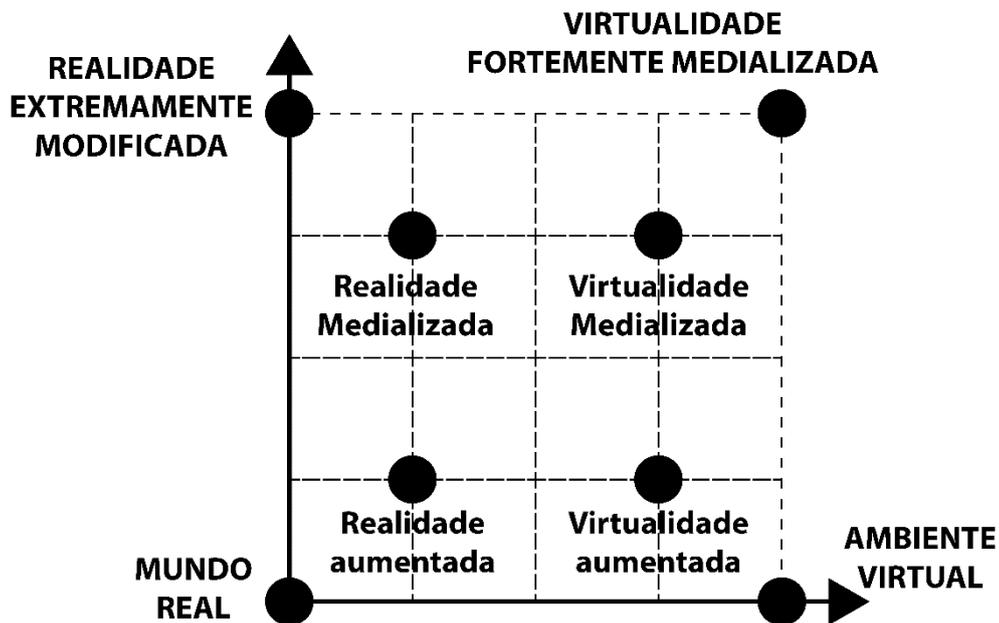
2.5.3 O *continuum* da realidade mediada

A maioria das tecnologias que modificam a realidade, usadas nos exemplos da subseção de realidade mediada, não se ajusta em nenhum ponto do eixo X proposto por Milgram e Kishino (1994). Todos os exemplos de realidade mediada citados acima, além de inúmeros outros não comentados, clamam por pelo menos outro eixo que vai da realidade em direção à medialidade (Y), além do eixo que vai da realidade em direção à virtualidade (X).

Considerando que existem tecnologias capazes de manipular a realidade que pertencem aos dois eixos ao mesmo tempo, Mann (2002) apresenta uma forma gráfica de compreender as interações entre esses dois eixos (figura 5). Nessa figura observam-se o eixo X exatamente como proposto por Milgram e Kishino (1994) e o eixo Y como o eixo da medialidade, como proposto por Mann *et al.* (1994). Na figura 8 o *continuum* de Milgram e Kishino (1994) e o de Mann *et al.* (1994) posicionam o mundo real no canto inferior esquerdo, como a origem desse plano de coordenadas cartesianas. O *continuum* da realidade mediada consequentemente engloba os eixos X e Y do plano apresentado na figura 5.

Na figura 5 podemos observar quatro extremos onde se lê: Realidade Medializada, Realidade Aumentada, Virtualidade Medializada e Virtualidade Aumentada. A realidade medializada descreve dispositivos que deliberadamente ou acidentalmente modificam a realidade. A realidade aumentada descreve dispositivos que inserem objetos reais no mundo real, com predominância de objetos do mundo real. A virtualidade aumentada descreve dispositivos que mesclam o mundo real e o ambiente virtual, com predominância de objetos do ambiente virtual. A virtualidade medializada descreve dispositivos que modificam o mundo real, ao mesmo tempo que o mesclam ao ambiente virtual.

Figura 5: Continuum da realidade mediada



Fonte: Modificado de Mann *et al.* (2018)

3 Vantagens e Limitações das Tecnologias da Realidade

3.1 Vantagens

Segundo Fernandes (2013 p.2), as principais vantagens da utilização de técnicas de VR/AR para fins educacionais, são as seguintes:

1. Motivação de estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de 1ª pessoa vivenciada por eles;
2. Grande poder de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídia;
3. Permite visualizações de detalhes de objetos;
4. Permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa;
5. Permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica;

6. Possibilita interação, exigindo que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização;
7. Encoraja a criatividade, catalisando a experimentação;
8. Provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações.

As tecnologias de realidade têm o potencial de economizar até 70% do tempo do professor durante o processo de ensino em anatomia, biomecânica, mecanismo biomolecular, fisiologia, fisiopatologia e habilidades/procedimentos (WEN, 2016). Elas são capazes de concentrar grandes quantidades de informações científicas (entre trinta e cem páginas de textos científicos descritivos) em uma sequência de vídeo de um a três minutos, transmitindo as informações temáticas de forma organizada e fluída, segundo um roteiro pedagógico pré-definido (WEN, 2016).

A VR fornece avanços tecnológicos em relação à imagem e grau de imersão, o que nos permite lidar com restrições que modelos de plástico possuem. Em cursos da área da saúde a VR permite, em parte, superar a dificuldade de ter acesso a cadáveres reais (FAIRÉN *et al.*, 2017).

3.2 Limitações

No estudo realizado por Wen (2016), a principal limitação foi o fato de que uma sequência temática poderia levar de dois a oito meses para ser integralmente produzida, dependendo do nível de detalhamento das estruturas anatômicas.

Já no estudo realizado por Schlemmer (2014), a principal limitação foi o pouco tempo dedicado pelos discentes para a interação, além de pouca familiaridade dos docentes com as Tecnologias Digitais (TD), principalmente com os Metaversos. Além disso, os docentes não estavam envolvidos internamente nas suas instituições com a pesquisa e não possuíam carga horária destinada para o projeto, resultando numa apropriação parcial da tecnologia.

Fairén *et al.* (2017), em seu experimento, onde utilizou Powerwall e CAVE, descreveu como limitação o custo. A criação de estruturas anatômicas 3D e a adaptação da CAVE representam um custo inalcançável para diversas instituições de ensino. Além disso, segundo o autor, para tornar a atividade viável, o número de alunos para cada sessão deve ser limitado a 20, isso significa que a sessão deve ser repetida várias vezes para cobrir todos os alunos matriculados no curso, requerendo, portanto, mais tempo e maior custo econômico (FAIRÉN *et al.*, 2017). O custo de implementação da tecnologia precisa diminuir, pois, caso contrário, muitas empresas não poderão investir nela. Também se faz essencial que os dispositivos portáteis que permitem uma experiência completa em XR estejam “na moda” e sejam confortáveis, além de sempre conectados, inteligentes e imersivos (MARR, 2019).

No estudo realizado por Tori (2009), uma limitação do sistema VIDA: atlas anatômico 3D interativo para treinamento a distância, foi que nem todas as pessoas conseguem sentir o efeito estereoscópico. Outro problema foi que, no caso de se utilizar a técnica do *anaglifo*⁶², os portadores de daltonismo poderão ter dificuldades de visualização.

62 É uma imagem (ou um vídeo) formatada de maneira especial para fornecer um efeito tridimensional estereoscópico quando visto com óculos de duas cores (cada lente com uma cor diferente). A imagem é formada por duas camadas de cor sobrepostas, mas com uma pequena distância entre as duas para produzir um efeito

A segurança do sistema XR também precisa ser fortalecida. Segundo Marr (2019), as tecnologias de XR coletam e processam dados muito detalhados sobre o que você faz, o que vê e até sobre suas emoções a qualquer momento, que precisam ser protegidas.

Existem problemas técnicos e de *hardware* significativos a serem resolvidos, que incluem, entre outros, a exibição e iluminação natural, rastreamento de movimentos, conectividade, energia e térmica - onde objetos virtuais no mundo real são indistinguíveis de objetos reais. A cada dia que passa, estamos um passo mais perto de resolver esses problemas, para que possamos ver muito mais aplicativos convencionais valendo-se das tecnologias da realidade nos próximos anos (MARR, 2019).

4 Aplicações das Tecnologias de Realidade no Ensino

4.1 Realidade Aumentada

Dois teorias da aprendizagem envolvidas com o uso de AR em ensino são: 1) teoria da aprendizagem situada⁶³ e 2) teoria cognitiva da aprendizagem multimídia⁶⁴. A aprendizagem situada baseia-se na ideia de que a aprendizagem significativa pode ser alcançada através de atividades inseridas em um contexto social e físico. Nessa abordagem, os aprendentes são envolvidos em atividades contextualizadas e significativas onde aprendem, principalmente, através da prática por meio de atividades cooperativas. Nesses cenários os aprendentes são estimulados a usar seu pensamento crítico e habilidades cinestésicas para construção de novos conhecimentos. A teoria cognitiva da aprendizagem multimídia tem o propósito de oferecer mídia instrucional, de acordo com a forma em que o cérebro humano funciona (GARZÓN *et al.*, 2020).

Algumas metodologias envolvidas com o uso de AR em ensino são: 1) aprendizagem colaborativa⁶⁵; 2) aprendizagem baseada em investigação⁶⁶; 3) aprendizagem baseada em projetos⁶⁷. A aprendizagem colaborativa relaciona-se com o estímulo à aprendizagem através da interação entre pessoas executando uma determinada tarefa, onde todos participam igualmente. A aprendizagem baseada em investigação, também conhecida como aprendizagem pela descoberta, é uma metodologia ativa onde o aprendente analisa um determinado problema, realiza uma série de indagações sobre o mesmo e em seguida procura respostas para essas indagações. Na aprendizagem baseada em projetos, os aprendentes obtêm conhecimentos e habilidades ao trabalharem

de profundidade, na mente de quem observa. O processo se dá quando as diferentes imagens são filtradas, uma por cada olho.

63 Para saber mais sobre a teoria da aprendizagem situada, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

64 Para saber mais sobre a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

65 Para saber mais sobre aprendizagem colaborativa, consulte o capítulo E-LEARNING, AVEA, REDES DE APRENDIZAGEM E COMUNIDADES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM.

66 Para saber mais sobre aprendizagem baseada em investigação, consulte o capítulo EDUCAÇÃO NA CONTEMPORANEIDADE: APRENDIZAGEM, USO DA TECNOLOGIA E METODOLOGIAS ATIVAS NO AMBIENTE ESCOLAR no volume 1 deste livro.

67 Para saber mais sobre aprendizagem baseada em projetos, consulte o capítulo EDUCAÇÃO NA CONTEMPORANEIDADE: APRENDIZAGEM, USO DA TECNOLOGIA E METODOLOGIAS ATIVAS NO AMBIENTE ESCOLAR no volume 1 deste livro.

colaborativamente na investigação e resolução de uma questão, problema ou desafio complexos (GARZÓN *et al.*, 2020).

Todas as abordagens acima procuram colocar o aprendiz como protagonista do processo de aprendizagem, oferecendo um ambiente de estudo com tarefas de aprendizagem diversificadas, estimulando o raciocínio lógico-dedutivo e trabalhando com problemas reais e contextualizados. As intervenções utilizando AR em ambiente não formais (museus, viagens de campo, atividades ao ar livre) apresentam resultados de aprendizagem ligeiramente superiores quando comparados a atividades realizadas em ambientes formais (salas de aula e laboratórios). O período de intervenção entre 1 e 4 semanas, usando AR, apresenta vantagem significativa sobre o processo de aprendizagem em relação a períodos de intervenção de apenas 1 dia ou superiores a 1 mês (GARZÓN *et al.*, 2020).

A AR pode ser utilizada nos níveis fundamental, universitário e para treinamento em indústrias. Os discentes do ensino fundamental encontram-se no estágio operacional concreto, de acordo com os estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget, onde utilizam a visão, audição e outros sentidos para conhecer. Desse modo, a abordagem fortemente visual da AR poderia colaborar de modo importante em seu processo de aprendizagem. Além disso, é comum que gastem muitas horas do dia em jogos digitais, o que facilitaria o engajamento aos jogos educacionais em AR. No treinamento industrial existem indícios que apontam que o uso da AR ajuda a evitar erros, concentrando os *trainees* em pontos-chave das tarefas (AKÇAYIR e AKÇAYIR, 2017).

De acordo com Akçayır e Akçayır (2017), as vantagens obtidas através do uso educacional da AR podem ser divididas em 4 grupos, a saber: 1) resultados da aprendizagem do estudante; 2) contribuições pedagógicas; 3) interação e 4) outros. Os resultados da aprendizagem do estudante relacionam-se com o sucesso da aprendizagem (potencializando a performance da aprendizagem), a motivação (através do uso de jogos por exemplo) e a atitude (potencializada pela novidade e pelo aumento de motivação). Muitos autores advogam que o uso de AR na educação possa diminuir a sobrecarga cognitiva e aumentar a habilidade espacial dos aprendentes. As contribuições pedagógicas mais proeminentes são o aumento do prazer e do nível de engajamento. O uso de AR torna as atividades mais divertidas e concede certa liberdade para tomada de decisão dos aprendentes. Na dimensão de interação, a AR é capaz de propiciar um ambiente com uma maior interação (aprendente-aprendente, aprendente-material de estudo, e aprendente-professor) e comunicação. Na dimensão outros, podemos afirmar que a AR propicia a visualização de conceitos intangíveis (como o movimento de elétrons ou campos eletromagnéticos) e de informações úteis sobre objetos físicos.

O principal dispositivo utilizado em sala de aula para a entrega de AR é o *smartphone*, seguido pelos computadores do tipo desktop, Kinect, HMD's e óculos de visão 3D. Por fim, o uso de AR em ensino pode esbarrar em alguns problemas como a usabilidade em interfaces que não foram bem desenhadas, e a sobrecarga cognitiva advinda de grande quantidade de conteúdo trabalhado e da proposição de tarefas complexas (AKÇAYIR e AKÇAYIR, 2017).

4.2 Realidade Virtual Imersiva

Cinco teorias da aprendizagem envolvidas com o uso de VR imersiva em ensino são: 1) teoria de aprendizagem construtivista⁶⁸; 2) teoria de aprendizagem behaviorista⁶⁹; 3) teoria de aprendizagem experiencial⁷⁰ e 4) teoria da aprendizagem generativa⁷¹ (SUH e PROFET, 2018; RADIANTI *et al.*, 2020). Na teoria de aprendizagem construtivista o aprendiz é ativo no seu próprio processo de desenvolvimento, que acontece de dentro para fora, a partir da interação com o mundo e das experiências vivenciadas, que possibilitam a construção e reconstrução das estruturas cognitivas e comportamentais. Para Piaget, esse processo de construção se dá através de mecanismos adaptativos ou funcionais, que são a assimilação e acomodação. Na teoria de aprendizagem behaviorista, os aprendizes podem ser condicionados através de reforços e punições de forma a fortalecer ou desestimular determinados comportamentos. A teoria de aprendizagem experiencial originalmente hipotetizou a existência de quatro estágios de aprendizagem: (1) experiência concreta; (2) observação e reflexão; (3) formação de conceitos abstratos e generalizações, e (4) teste de novas situações. Por essa teoria, atividades planejadas no sentido de envolver os quatro estágios supracitados potencializariam o processo de aprendizagem. A teoria da aprendizagem generativa parte do pressuposto de que a aprendizagem e a memória são construídas, e que aprender para compreender envolve construir estruturas de conhecimento significativas que podem ser aplicadas a novas situações, sendo agrupada dentro do modelo de aprendizagem cognitivista (FIORELLA e MAYER, 2016).

Alguns conceitos e modelos utilizados para nortear o *design* de sistemas baseados no uso de VR imersiva no ensino são: 1) teoria do fluxo; 2) teoria da presença; 3) modelo de aceitação tecnológica; 4) teoria do estímulo-organismo-resposta e 5) modelo de aprendizagem contextualizada⁷² (SUH e PROFET, 2018; RADIANTI *et al.*, 2020). A teoria do fluxo propõe o alcance de um estado psicológico subjetivo, onde o sujeito apresenta um alto nível de concentração em uma dada tarefa e o tempo passa mais rapidamente, levando a uma perda de sua autoconsciência. A teoria da presença sugere que a forte sensação de presença aumenta o engajamento e a motivação do aprendiz e potencializa o processo de aprendizagem.

O modelo de aceitação tecnológica sugere que a intenção de um usuário em usar determinada tecnologia é fortemente afetada pela sua utilidade percebida e pela facilidade em seu uso. A teoria do estímulo-organismo-resposta sugere que os estímulos tecnológicos evocam reações cognitivas e afetivas nos indivíduos que impactam na adoção ou rejeição de determinada tecnologia (SUH e PROFET, 2018; RADIANTI *et al.*, 2020). O modelo que dá sustentação à aprendizagem contextualizada delega grande importância ao uso das atividades autênticas e baseadas na experiência dos aprendizes. Nesse caso, a aprendizagem pode se dar através de instruções guiadas ou orientada à realização de descobertas. Esse modelo enfatiza a necessidade

68 Para saber mais sobre construtivismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

69 Para saber mais sobre behaviorismo, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

70 Para saber mais sobre a teoria da aprendizagem experiencial, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

71 Para saber mais sobre a teoria da aprendizagem generativa, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE I no volume 1 deste livro.

72 Para saber mais sobre aprendizagem contextualizada, consulte o capítulo TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O USO DE TICs: PARTE II no volume 1 deste livro.

de cenários de aprendizagem onde as circunstâncias possuem relevância para os aprendentes e está alinhada ao modelo da aprendizagem construtivista (FESTAS, 2015).

As formas em que esses arcabouços teóricos podem ser aplicados no ensino, através da VR imersiva, estendem-se por um amplo espectro de possibilidades, tais como: 1) na análise e resolução de problemas; 2) no desenvolvimento de habilidades sociais, comunicativas e colaborativas; 3) na internalização de conhecimentos práticos e procedimentos; 4) na memorização de conhecimento declarativo; 5) para mudança de comportamentos etc. (RADIANTI *et al.*, 2020).

A disposição do conteúdo por meio da VR imersiva pode elicitar respostas cognitivas e afetivas nos usuários. Os principais tópicos de conteúdos utilizados em pesquisas de VR imersiva são: 1) aprendizagem e treinamento; 2) psicoterapia; 3) jornadas virtuais e passeios e 4) jogos. Em muitos trabalhos ocorre estímulo para interações sociais e trabalho colaborativo, no sentido de gerar um sentimento de conectividade e pertencimento ao usuário. Quando a VR imersiva é utilizada para aprendizagem e treinamento procura-se escalonar as atividades de aprendizagem de acordo com seu grau de dificuldade, de forma a gerar um sentimento de autoprogresso no aprendente. As aplicações da VR em psicoterapia contribuíram na redução de estresse, dor e ansiedade. As aplicações de VR em jornadas virtuais e passeios possibilitam a criação de histórias e imagens mentais dentro dos ambientes explorados. As aplicações de VR para jogos usam conceitos de gamificação para criar ambientes divertidos para os jogadores (SUH e PROFET, 2018).

Vários estudos têm analisado as reações cognitivas e afetivas nos usuários de tecnologias imersivas. As reações que os usuários de VR imersiva podem experimentar são: 1) imersão; 2) presença; 3) fluxo; 4) ilusão e 5) senso de posse corpórea (SUH e PROFET, 2018). A imersão, do ponto de vista psicológico, refere-se a um estado da mente de profundo engajamento em alguma atividade. A presença refere-se ao sentimento de estar em um lugar, mesmo sabendo que fisicamente encontra-se em outro. Fluxo refere-se a um estado psicológico subjetivo em que o usuário tem uma sensação de controle, atenção, foco, curiosidade e interesse intrínseco, que é acompanhada por uma perda da autoconsciência (CHANG *et al.*, 2014). Ilusão relaciona-se com a impressão de que o que está acontecendo é real, mesmo sabendo que aquilo não é real. Senso de posse corpórea relaciona-se com o estabelecimento de forte conexão com um avatar escolhido, de forma a alinhar os *selves* físico e virtual (SUH e PROFET, 2018).

As características descritas acima geram reações afetivas nos usuários da VR imersiva tais como as sensações de satisfação, diversão, prazer e excitação. Por outro lado, as sensações de ansiedade, depressão, medo e raiva também podem ser observadas em ambientes imersivos com elavada característica de ilusão (SUH e PROFET, 2018). As consequências das reações cognitivas e afetivas positivas ao uso de VR imersiva são: aumento de desempenho no processo de aprendizagem, potencialização de mudanças comportamentais, aumento do engajamento dos estudantes e melhoria dos resultados das atividades de ensino (SUH e PROFET, 2018).

Os ambientes fortemente imersivos também podem causar reações negativas em seus usuários como enjões (principalmente com o uso de HMD's), desconforto físico (quando o usuário é obrigado a ficar em uma posição desconfortável), sobrecarga cognitiva (em ambientes virtuais mal planejados), e distração (em ambientes virtuais muito ricos de informação).

Além disso, diferenças individuais também impactam sobre a adoção ou rejeição de VR imersiva pelos usuários como sexo (homens tendem a adotar melhor essas tecnologias),

idade (pessoas mais velhas podem rejeitar essas tecnologias), tendência à busca por sensações (pessoas que tendem a buscar experiências novas, excitantes e intensas costumam ter um senso de presença mais enfraquecido em relação a pessoas que não costumam buscar esse tipo de emoção), e grau de inovação pessoal (pessoas mais inovadoras tendem a ter comportamento mais positivo quanto ao uso de tecnologias imersivas) (SUH e PROFET, 2018). Todas essas questões impactam na adoção ou recusa do uso da VR imersiva no ambiente de aprendizagem e, portanto, devem ser consideradas na hora de planejar atividades educacionais.

Considerações Finais

As tecnologias não representam a finalidade do processo de ensino; muito pelo contrário, são apenas o meio. Caso sejam bem utilizadas poderão trazer grandes avanços ao processo de ensinar e na eficiência da aprendizagem. Isso poderá ocorrer somente se a utilização da tecnologia observar critérios técnicos diversos, como as teorias da aprendizagem vigentes, a escolha correta da tecnologia de acordo com o contexto, a metodologia a ser adotada, os métodos a serem aplicados, as características sociais e individuais do público-alvo.

No caso das tecnologias da realidade, as afirmações do parágrafo superior apresentam-se em sua tonalidade mais intensa. Essas tecnologias poderão impulsionar o processo de aprendizagem, tornando-o suave, divertido, menos confuso, se utilizadas de forma adequada, ou poderão causar prejuízos diversos, caso sejam utilizadas de maneira descriteriosa ou maliciosa.

Em épocas em que o ensino híbrido cresce vertiginosamente e o ensino *online* substitui em importância o ensino presencial para adultos, as tecnologias da realidade têm, sem sombra de dúvidas, lugar cativo nesse processo de transformação.

Referências

- AKÇAYIR, M., AKÇAYIR, G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. **Educational Research Review**, Volume 20, 2017, Pages 1-11, 2017.
- AZUMA, R.T. A survey of augmented reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, vol. 6, pp. 355-385, August 1997.
- ARTH, C., GRUBER, L., GRASSET, R., LANGLLOTZ, T., MULLONI, A, SCHMALSTIEG, D., WAGNER, D. **The History of Mobile Augmented Reality** - Developments in Mobile AR over the last almost 50 years. Technical Report. ICG -TR -2015-001. (2015) Disponível em : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.697.3463> Acessado em: 09/08/2020
- BASU, A. **A brief chronology of Virtual Reality**. (2019) Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1911.09605> Acessado em: 09/08/2020.
- BLACK, D. **Digital Interfacing: Action and Perception through Technology**. 1ª edição. **Routledge**, p. 204, 2018.

CHANG, K. E., CHANG, C. T., HOU, H. T., SUNG, Y. T., CHAO, H. L., & LEE, C. M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. **Computers & Education**, 71, 185-197.

CHUAH, S. H. W. (2018), 'Why and who will adopt extended reality technology? Literature review, synthesis, and future research agenda', working paper, Universiti Sains Malaysia, School of Management, **Department of Operation Management**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3300469>> Acesso em: 12/08/2020

COLEMAN, B. Using sensor inputs to affect virtual and real environments. **IEEE Pervasive Computing** 8, 3 (2009).

EITOKU, S., TANIKAWA, T. AND HIROSE, M. Display composed of water drops for filling space with materialized virtual three-dimensional objects. In **IEEE VR '06**, pp. 159-166, 2006.

FAIRÉN, M., FARRÉS, M., MOYÉS, J., INSA, E. Virtual Reality to teach anatomy. **Eurographics Proceedings**, 2017. Doi: 10.2312/eged.20171026

FESTAS, M. I. F. A aprendizagem contextualizada: análise dos seus fundamentos e práticas pedagógicas. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 713-728, jul/set. 2015.

FIGLIOLA, L.; MAYER, R. E. Eight Ways to Promote Generative Learning. **Educational Psychology Review**, v. 28, n. 4, p. 717-741, 1 dez. 2016.

FERNANDES, F. G.; OLIVEIRA, L. C.; BARBOSA, A. J.; MOURA, C. C. O.; RODRIGUES, M. L.; VALE VITA, S. S. B. Ensino da Anatomia do Corpo Humano Usando a Realidade Aumentada Móvel. **XI CEEL – Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia – MG**, 2013. Disponível em:

<https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2013/ceel2013_025.pdf> Acesso em: 28/06/2020.

FREINA, L., AND OTT, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives, in **Proceedings of eLearning and Software for Education (eLSE)**, 2015 April 23-24. Bucharest.

FULFORD, B.; 2004, "Adventures in the Third Dimension". **Forbes**. V. 173, n.11, p.166.

GANDRA, V. D., **Análise Eletroencefalográfica do Controle Postural Durante Estimulação Visual em Ambiente de Realidade Virtual Estereoscópica**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019. Disponível em:

<http://www.peb.ufrj.br/teses/Tese0317_2019_04_04.pdf> Acessado em: 17/07/2020.

GARZÓN, J., KINSHUKC, BALDIRIS, S., GUTIÉRREZ, J., PAVÓN, J. How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. **Educational Research Review** v. 31, p. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>

IRVINE, K., XR: VR, AR, MR - **What's the Difference?** Disponível em: <<https://www.viget.com/articles/xr-vr-ar-mr-whats-the-difference/>> Acessado em: 17/07/2020.

MANDAL, S. Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, Volume 4, Issue 4, April-2013

MANN, S. Mediated Reality. TR 260. M.I.T. M.L. vismod, Cambridge, Massachusetts, <http://wearcam.org/mr.htm> (1994).

MANN, S. **Mediated Reality with implementations for everyday life.** (2002) Disponível em: http://wearcam.org/presence_connect/ Acessado em: 09/08/2020

MANN, S., FURNESS, T., YUAN, Y., IORIO, J., WANG, Z. **All Reality:** Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X, Y), and Multimediated Reality. (2018) Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1804.08386> Acessado em: 09/08/2020.

MARR, Bernard. What Is Extended Reality Technology? A Simple Explanation For Anyone. **Forbes**, 2019. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/08/12/what-is-extended-reality-technology-a-simple-explanation-for-anyone/>> Acessado em: 17/07/2020.

MARTINS, V., GUIMARÃES M. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**, p. 100-109. 2012. Disponível em:

<ie.org/pub/index.php/desafie/article/view/2780> Acesso em: 29/07/2019.

MILGRAM, P. & KISHINO, F. Taxonomy of mixed reality visual displays, **IEICE Transactions on Information and Systems**, vol. E77-D, no. 12, pp. 1321-1329, 1994.

MILGRAM, P., TAKEMURA, H., UTSUMI, A., KISHINO, F. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum, Proc. SPIE 2351, **Telemanipulator and Telepresence Technologies**, 1995. <https://doi.org/10.1117/12.197321>

MÜTTERLEIN, J. The Three Pillars of Virtual Reality? Investigating the Roles of Immersion, Presence, and Interactivity. **Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences**, 2018.

O'DONNELL, D. Driving immersive experiences in virtual and augmented reality. **Western Digital BLOG**, 2018. Disponível em: <<https://blog.westerndigital.com/driving-immersive-experience-virtual-augmented-reality/>> Acesso em: 17 de julho de 2020.

PARADISO, J.A. & LANDAY, J.A. Guest editors' introduction: Crossreality environments. **IEEE Pervasive Computing** 8, 3 (2009).

RADIANTI, J., MAJCHRZAK, T. A., FROMM, J., WOHLGENANNT, I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. **Computers & Education**, 147, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

ROBERTSON, G.G., CARD, S.K., and MACKINLAY, J.D. Three views of virtual reality: non-immersive virtual reality, in **Computer**, vol. 26, no. 2, pp. 81-, Feb. 1993, doi: 10.1109/2.192002.

SCHLEMMER, Eliane. Laboratórios Digitais Virtuais em 3D: Anatomia Humana em Metaverso, uma Proposta em Immersive Learning. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n. 03 p. 2119 - 2157 out./dez. 2014 ISSN: 1809-3876 2119 - 40 páginas. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/21681/0>>

Acesso em: 28/06/2020.

SHAHRBANIAN, S., MA, X., AGHAEI, N., KORNER-BITENSKY, N., MOSHIRI, K., AND SIMMONDS, M. Use of virtual reality (immersive vs. non immersive) for pain management in children and adults: A systematic review of evidence from randomized controlled trials. **European Journal of Experimental Biology**, 2012, 2 (5):1408-1422

SHERMAN, W. R., CRAIG, A. B. Understanding Virtual Reality - Interface, Application, and Design. **A volume in The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics**. Editora Elsevier, 2ª. edição, 938 páginas, 2018. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-18583-2>

SLATER, M., & WILBUR, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, 6(6), 603–616.

SPEICHER, M., HALL, B.D., NEBELING, M. What is Mixed Reality? **CHI '19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems** May 2019 Paper No.: 537 Pages 1–15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300767>

STRETTON, T., COCHRANE, T., & NARAYAN, V. (2018). Exploring mobile mixed reality in healthcare higher education: A systematic review. **Research in Learning Technology**, 26. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2131>

STEUER, J. (1995). Defining virtual reality: Dimensions determining presence. In **Communication in the age of virtual reality** (pp. 33–56). Hillsdale, NJ: Lawrence

Erlbaum Associates.

SUH, A. and PROPHET, J. The state of immersive technology research: a literature analysis. **Computers in Human Behavior**, 2018. Vol.86, pp.77-90.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wpcontent/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf> Acesso em: 30/07/2020.

TORI, Romero; NUNES, Fatima de Lourdes dos Santos; GOMES, Victor Henrique Pecora; TOKUNAGA, Daniel Makoto. VIDA: atlas anatômico 3D interativo para treinamento a distância. **Anais Sociedade Brasileira de Computação**, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2165/1931>> Acesso em: 03/08/2020

What is AR, VR, MR, XR, 360? UNITY, 2020. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/what-is-xr-glossary>> Acesso em: 17 de julho de 2020.

WEN, C. (2016). Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): A Integração da Computação Gráfica, Impressão 3D e Realidade Virtual para Aprendizado de Anatomia, Fisiologia e Fisiopatologia. **Revista De Graduação USP**, 1(1), 7-15. <<https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v1i1p7-15>> Acesso em: 28/06/2020.

WITMER, B. G., & SINGER, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. **Presence**, 7(3), 225–240.

WYCKOFF, C.W. An Experimental Extended Response Film. Technical Report NO. B-321. **Edgerton, Germeshausen & Grier, Inc.**, Boston, Massachusetts (1961).

ZHOU, F., DUH, H. B. AND BILLINGHURST, M. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR, 2008 7th IEEE/ACM **International Symposium on Mixed and Augmented Reality**, Cambridge, 2008, pp. 193-202, doi: 10.1109/ISMAR.2008.4637362.

Sobre os autores

Amália Rebouças de Paiva e Oliveira

Bolsista CAPES de Doutorado em Educação Especial (UFScar). Mestre em Educação Especial (UFScar). Licenciada em Educação Física (UNESP). E-mail: amaliareboucas@gmail.com

Ana Letícia Covre Odorizzi Marquezan

Psicóloga, Mestre em Educação- UFTO. Docente do curso de Psicologia do Centro Luterano de Palmas/ ULBRA. Email: ana.odorizzi@ceulp.edu.br

Anderson Fernando Barroso Vieira

Formado em Odontologia pela Fundação Educacional Dom André Arcoverde da cidade de Valença, RJ. Especialista em Informática em Saúde pela UNIFESP e Saúde Pública pela ENSP-FIOCRUZ. Trabalhou na coordenação de cursos técnicos da ETSUS-TO, foi docente nos cursos de Técnico em Saúde Bucal e Técnico em Radiologia, facilitador dos cursos QUALIVISA e Saúde da Família, foi o responsável pela implantação da Plataforma de Ensino à Distância da Diretoria de Vigilância Sanitária do Tocantins e Superintendência de Vigilância em Saúde. E-mail: afbvieira@gmail.com

André Roberto Guerra

Cientista e Professor – Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/2002), MBA Executivo em Estratégias Empresariais (UNIVEL/FGV 2015), Especialista em Gestão Estratégica Empresarial (UNIOESTE/2002) e Graduado em Tecnologia da Informação (UNIVEL/1999). Profissional certificado pela Academia Latino-Americana de Segurança da Informação, Amazon Web Services (AWS Cloud Practitioner), CISCO CCNA, MICROSOFT MCP, Aluno, Autor e Pesquisador do Doutorado em Educação e Novas Tecnologias (PPGENT-UNINTER 2020). E-mail: andre.gu@uninter.com

Cecilia Estela Giuffra Palomino

Graduação: Ciências da Computação (UFSC); Pós-graduação: Mestrado em Ciências da Computação (UFSC), Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC). Coordenadora do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Faculdade Senac Palhoça, professora Unidade Florianópolis. E-mail: cecilia.giuffra@gmail.com

Damião Rocha

Doutor em Educação/UFBA, (2009). Mestre em Educação Brasileira/UFG, (2002). Graduado em Pedagogia. Coordenador do Mestrado Profissional em Educação UFT. Professor adjunto do curso de Pedagogia. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFT). E-mail: damiao@uft.edu.br

Daniel de Sant'anna Martins

Ludólogo, designer, futurista, educador e pesquisador. Pós-graduado em Design Estratégico pela ESPM e atualmente mestrando em Design na CESAR School. E-mail: dsm@cesar.org.br

Dêmis Carlos Fonseca Gomes

Mestre em Educação/UFT (2018), Especialista em EaD e Novas Tecnologias/FAEL, (2011). Graduado em Ciência da Computação/UFT (2007) e em Licenciatura em Computação/IFTO (2014). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), campus Porto Nacional. Coordena o grupo de estudos e projeto de pesquisa em robótica e automação “Mr Robot Club”. E-mail: demis.gomes@ifto.edu.br

Elaine Jesus Alves

Doutora e Pós-doutora em Ciências da Educação pela Universidade do Minho. Pós-doutorado em Comunicação e Sociedade pela Universidade Federal do Tocantins. Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas pela Universidade Federal do Ceará. Graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Tocantins. E-mail: elainealves@uft.edu.br

Erick Henrique Silva Góes

Mestre em Educação pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), especialista em Produção de Software com ênfase em Software Livre pela Universidade Federal de Lavras (UFLA/MG) e graduado em Processamento de Dados pela Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS). Gerente de tecnologias e mídias educacionais na Secretaria Estadual de Educação, Juventude e Esportes do Tocantins. Game designer autodidata, animador 2D/3D, e pesquisador na área de aprendizagem baseada em games digitais e tecnologias assistivas imersivas. E-mail: br4in5t0rmm@gmail.com

Germano Bruno Afonso

Doutor em Astronomia de Posição e Mecânica Celeste pela Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) e Pós-Doutor em Astronomia pelo Observatoire dela Coted'Azur, França. Mestre em Ciências Geodésicas e Graduado em Física pela Universidade Federal do Paraná. Foi Professor Titular de Física da Universidade Federal do Paraná. Atualmente é professor/pesquisador do Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação e Novas Tecnologias - PPGENT do Centro. E-mail: germano.a@uninter.com

Grayce Lemos

Designer Educacional e Professora na Faculdade da Polícia Militar de Santa Catarina. Graduada em Pedagogia pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), especialista em Educação a Distância pela Universidade Castelo Branco (UCB/EB) e Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: graycelemos@gmail.com

Jeane Pamela Rubim

Graduada em Sistemas de Informação. Mestre em Modelagem Computacional de Sistemas pela Universidade Federal do Tocantins. Técnica administrativa no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins. E-mail: jeanepamela@gmail.com

Jeremias Fontinele da Silva

Mestrando em Ensino em Ciências e Saúde (UFT); Bacharel em Matemática (UNESA); licenciado em Física (UNOPAR); Bacharel em Teologia (FTN); Bacharel em Gestão de Riscos Coletivos – Curso de Formação de Oficiais Bombeiro Militar (UEPA). Pós-Graduado: em Docência do Ensino Superior (FACIMAB); em Segurança Pública, Direito e Cidadania (UNICAMPS); em Gestão Pública (FASEM). E-mail: fonti.emc2@gmail.com

Karine Pinheiro de Souza

PhD em Ciências da Educação pela Universidade do Minho. Pós-doutora em Ciências Sociais, Políticas e do Território - Universidade de Aveiro. Mestra em Políticas Públicas e Planejamento – UECE. Graduação em Letras pela Universidade Estadual do Ceará. Professora do Estado do Ceará. karine.pinheiro@prof.ce.gov.br

Leandro Guimarães Garcia

Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Tocantins. Professor associado do curso de medicina da Universidade do Federal do Tocantins. É graduado em biomedicina pela Universidade Federal de São Paulo e doutor em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília. E-mail: lggarcia@uft.edu.br

Luís Fernando Lopes

Mestre e Doutor em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná. Professor do Curso de Pedagogia e da Área de Humanidades do Centro Universitário Internacional UNINTER. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7925-9653>. E-mails: fernandocater@gmail.com e luis.l@uninter.com

Luís Rodrigues

Mestre em Português como língua segunda/língua estrangeira, pela Universidade do Porto. Doutorando em Didática das Línguas - Multilinguismo e Educação para a Cidadania Global, na Universidade Nova de Lisboa. É professor na Universidade de Santiago, Cabo Verde, onde também exerce as funções de Chefe do Departamento de Ciências da Educação, Filosofia e Letras e Coordenador do Mestrado em Português como Língua Segunda. E-mail: luis.rodrigues@us.edu.cv

Priscilla Rodrigues Caminha Carneiro

Professora do curso de Enfermagem da Universidade do Estado do Pará – Campus VII (UEPA). Mestranda em Ensino em Ciências e Saúde na Universidade Federal do Tocantins (UFT). Graduada em Enfermagem (FAG/2012) e especialista em Saúde Pública com ênfase em Saúde da Família (ITOP/2012) e Saúde do Trabalhador (IESC/2013). E-mail: priscilla.caminha@uft.edu.br

Ricardo Azambuja Silveira

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pós-Doutorado na Universidade de Salamanca, Espanha; Mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e Engenheiro Eletrônico pela PUC-RS. Professor Associado do Departamento de Informática e Estatística (INE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: ricardo.silveira@ufsc.br

Ruth do Prado Cabral

Psicóloga, Mestra em Direitos Humanos- UFG e Doutora em Psicologia Clínica e Cultura- PUC GO. Docente do curso de Psicologia do Centro Luterano de Palmas/ ULBRA. E-mail: ruthpcabral@gmail.com

Sheyla Maria Fontenele Macedo

Doutora em Educação pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (IEUL, Portugal), tese premiada internacionalmente no ano de 2018 (IEUL, Portugal). Mestra em Educação, pela Universidade Federal do Estado do Ceará. Especialista em Psicopedagogia pela Universidade Candido Mendes/ Rio de Janeiro. Graduada em Pedagogia pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Professora do Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGE) da UERN. Pesquisadora nas áreas de Pedagogia Humanista, Ética e educação, Filosofia da Educação, Relações Humanas, Formação de professores, Emoções no âmbito educacional, Avaliação educacional, Didática e afetividade. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Planejamento do Processo Ensino-aprendizagem (GEPPE). E-mail: sheylafontenele@uern.br

Tatiana Costa Martins

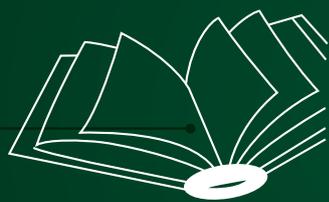
Pedagoga. Orientadora Educacional. Pós-graduada em Psicopedagogia, Gestão Escolar, Formação de Gestores Educacionais. Mestre em Ensino em Ciências e Saúde pela Universidade Federal do Tocantins. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3762-9016>. E-mail: taticmartins@gmail.com

Walquiria Castelo Branco Lins

Consultora do CESAR. Licenciada e Bacharel em Filosofia pela Universidade Federal de Pernambuco e Bacharel em Sistema de Informação com Ênfase em Engenharia de Software. Especialista em Informática na Educação pela UFPE. Pós-doutora em Tecnologia e Educação Científica pela Universidade de Helsinque-Finlândia. Doutora em Educação pela UFPE com pesquisas em Tecnologia na Educação. E-mail: wcb1@cesar.org.br

Wellyngton Teixeira dos Santos

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciência e Saúde da Universidade Federal do Tocantins. Bacharel em Ciência da Computação. MBA em Sistemas de Informação. Atualmente é analista em tecnologia da informação na Diretoria de Tecnologias Educacionais. E-mail: wellyngtonteixeira@gmail.com



EDUFT

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS