

ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DE BIOTECNOLOGIA APLICADA À INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E BEBIDAS

Practical activities in teaching biotechnology applied to the food and beverage industry

Actividades practicas em la enseñanza de la biotecnología aplicada a la industria de alimentos y bebidas



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Daniilo José Machado de Abreu¹, Claudia Cristina Auler do Amaral Santos*².

¹Laboratório de Biotecnologia e Análise de Alimentos e Purificação de Produtos - LABAP, Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, Tocantins, Brasil.

²Laboratório de Microbiologia de Alimentos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, Brasil.

*Correspondência: Laboratório de Microbiologia de Alimentos, Câmpus Universitário de Palmas, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP:77.010-090. e-mail claudiauler@uft.com.br.

Artigo recebido em 21/08/2019 aprovado em 26/11/2019 publicado em 24/03/2020.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a implementação de protocolos experimentais para aulas práticas da disciplina de “Biotecnologia aplicada à indústria de alimentos e bebidas”, ocorridas entre os anos de 2014 a 2017. Neste contexto, foram desenvolvidos oito protocolos experimentais para a realização das aulas práticas baseados em livros didáticos, periódicos e artigos científicos. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Monitoria (PIM) na Universidade Federal do Tocantins, no curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Foram elaboradas propostas de atividades práticas que eram compostas por introdução, lista de materiais e um fluxograma de execução, baseado em processos industriais. Dessa maneira, os protocolos permitiam que as atividades ocorressem sem dificuldades de manipulação dos materiais disponibilizados diretamente na bancada aos discentes e possibilitou ao docente o adequado acompanhamento dos alunos durante a execução das práticas laboratoriais. A avaliação da implementação dos protocolos foi realizada a partir da observação do desenvolvimento das aulas práticas, levando em conta a praticidade e o seu tempo de execução, bem como o desempenho final dos alunos na disciplina. Além disso, foram analisados a motivação e o envolvimento dos estudantes durante as aulas. A partir da observação das aulas práticas, os protocolos tiveram que ser ajustados em mais de um semestre, a fim de facilitar a execução da aula e a compressão de um processo industrial na produção de alimentos. Observou-se também que os protocolos deram maior autonomia aos monitores e, desse modo, contribuindo com a iniciação à docência, permitindo-lhes relacionar tópicos de engenharia de alimentos e biotecnologia em ambiente laboratorial.

Palavras-chave: Aulas práticas. Protocolo. Laboratório de biotecnologia de alimentos.

ABSTRACT

The aim of this work was to analyze the implementation of these experimental protocols in the practical classes of the discipline “Biotechnology applied to the food and beverage industry”, wich tooke place from 2014 to 2017. In this context, eight experimental protocols were developed for practical classes. based on textbooks, journals, and scientific articles. The work was developed under the Institutional Monitoring Program (PIM) at the Federal University of Tocantins, in the course of Bioprocess Engineering and Biotechnology. Proposals for practical activities were elaborated and were composed by introduction, bill of materials and an execution flowchart based

on industrial processes. Thus, the protocols allowed the activities to occur without difficulties in handling the materials made available directly on the bench to the students and enabled the teacher to properly monitor the students during the implementation of laboratory practices. The evaluation of the implementation of the protocols was made from the observation of the development of the practical classes, taking into account the practicality and its execution time, as well as the students' final performance in the discipline. In addition, students' motivation and involvement during the classes were analyzed. From the observation of the practical classes, the protocols had to be adjusted in more than one semester, in order to facilitate the execution of the class and the compression of an industrial process in food production. It was also observed that the protocols gave more autonomy to the monitors and, thus, contributing to the initiation of teaching, allowing them to relate topics of food engineering and biotechnology in the laboratory environment.

Keywords: Laboratory classes. Protocol. Food biotechnology laboratory.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar la implementación de protocolos experimentales en las clases prácticas de la disciplina “Biotecnología aplicada a la industria de alimentos y bebidas”, que tuvo lugar entre 2014 y 2017. En este contexto, se desarrollaron ocho protocolos experimentales para las clases prácticas. basado en libros de texto, revistas y artículos científicos. El trabajo fue desarrollado bajo el Programa de Monitoreo Institucional (PIM) en la Universidad Federal de Tocantins, en el curso de Ingeniería de Bioprocesos y Biotecnología. Se elaboraron propuestas para actividades prácticas y se compusieron de introducción, lista de materiales y un diagrama de flujo de ejecución basado en procesos industriales. Por lo tanto, los protocolos permitieron que las actividades ocurrieran sin dificultades en el manejo de los materiales disponibles directamente en el banco para los estudiantes y permitieron al maestro monitorear adecuadamente a los estudiantes durante la implementación de prácticas de laboratorio. La evaluación de la implementación de los protocolos se realizó a partir de la observación del desarrollo de las clases prácticas, teniendo en cuenta la practicidad y su tiempo de ejecución, así como el rendimiento final de los estudiantes en la disciplina. Además, se analizó la motivación y participación de los estudiantes durante las clases. A partir de la observación de las clases prácticas, los protocolos tuvieron que ajustarse en más de un semestre, para facilitar la ejecución de la clase y la comprensión de un proceso industrial en la producción de alimentos. También se observó que los protocolos daban más autonomía a los monitores y, por lo tanto, contribuían al inicio de la enseñanza, permitiéndoles relacionar temas de ingeniería de alimentos y biotecnología en el entorno de laboratorio.

Descriptor: Aulas practicas. Protocolo. Laboratorio de biotecnología alimentaria.

INTRODUÇÃO

O conceito de educação é abrangente e dependente da amostragem do estudo. Segundo Piaget (1991), a educação é a possibilidade de desenvolvimento amplo e dinâmico desde o período sensório-motor até o operatório abstrato. Os principais objetivos da educação são: a formação de homens criativos, inventivos e descobridores, de pessoas críticas e ativas, na busca constante da construção da autonomia (COLENCI, 2000).

Tendo em vista este conhecimento, existem dois modelos de ensino utilizados pelos educadores com o objetivo que desenvolver conhecimento nos discentes: o tradicional e o cognitivo. O método

tradicional é a concepção mais antiga da educação e passou ser a base de referência para outras abordagens (COLENCI, 2000). Nesse tipo de método de ensino, o professor passa a ser o centro do conhecimento, de forma que o mesmo trata de um conjunto de informações de maneira a expô-las aos alunos, sem que a interação do mesmo seja envolvida, o que nem sempre resulta em aprendizado efetivo (CARRAHER, 1986).

No cognitivo os educadores levantam problemas do cotidiano, questões aplicadas, para que os alunos busquem as soluções, não descartando o fato de que o aluno tenha que raciocinar para chegar à conclusão. No tocante às aulas práticas laboratoriais,

esse é considerado o método em que os alunos tendem a discutir o conhecimento teórico a fim de se chegar a uma conclusão sobre o experimento. Tal método conduz a pensar que novas maneiras de exposição do conhecimento para o ensino superior devem ser aplicados, trazendo aos discentes uma possibilidade de crescimento e desenvolvimento de suas habilidades aplicadas a área de engenharia (CARRAHER, 1986; DOS SANTOS, 2008; PONCIANO *et al.*, 2016).

A definição de prática inclui aplicação de regras e de princípios de uma ciência (FERREIRA, 2010), o que leva à conclusão que, de acordo com Brasil (1998), as atividades experimentais não devem se limitar a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, sendo fundamental que se garanta o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos dos procedimentos e atitudes, levando em consideração os riscos reais ou potenciais à integridade física dos estudantes e a aplicação da prática pedagógica.

Visando que os discentes cheguem às conclusões adequadas, é necessário que previamente haja o planejamento das atividades experimentais a serem cumpridas durante o período de aulas práticas ministradas pelo docente da disciplina (POSSOBOM *et al.*, 2003). Assim, faz-se necessária organização e confecção de materiais de ensino para desenvolvimento das atividades práticas com o objetivo de levar os discentes ao raciocínio, aprendizagem, percepção e estimulação da curiosidade. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a implementação de protocolos experimentais para a realização das aulas práticas de Biotecnologia Aplicada à Indústria de Alimentos e Bebidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A partir do Programa de Institucional de Monitoria (PIM) houve a necessidade de trabalhar a organização e preparo das aulas práticas a fim de melhorar a aprendizagem e familiarização dos alunos com o ambiente laboratorial objetivando-se gerar e desenvolver conhecimentos relacionados à Biotecnologia Aplicada à Indústria de Alimentos e Bebidas. As atividades englobavam a organização e viabilização das aulas, através da disponibilização dos materiais diretamente na bancada e auxílio ao docente, acompanhando os alunos durante a manipulação dos materiais e equipamentos laboratoriais.

Para todas as atividades propostas foram aplicadas as Boas práticas de Fabricação (BPF), que tem por objetivo a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos, análises e pesquisas (BRASIL, 2003).

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Biotecnologia/ Análises de Alimentos e Purificação de Produtos (LABAP), o qual faz parte do complexo de laboratórios da incubadora de empresas de Biotecnologia da UFT - HABITE, localizado na Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Gurupi.

PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES LABORATORIAIS

As atividades experimentais de laboratório foram realizadas paralelamente à exposição do conteúdo teórico, sempre correlacionando o tema abordado em sala de aula com a prática a ser realizada. Juntamente com a docente, foi estabelecida a discussão sobre os temas para as práticas e o cronograma de execução. Dessa forma, realizou-se um levantamento de material disponível no LABAP, e oito atividades práticas aplicadas foram selecionadas: produção de chucrute, produção de cogumelo “Shimeji”, produção

de pão, produção de iogurte, produção de queijo minas frescal, bebida láctea, produção de sidra e produção de cerveja. Essas atividades foram adaptadas à estrutura do laboratório, seguindo um padrão básico de desenvolvimento cognitivo dos discentes, estreitando a aplicação do teórico-prático (POSSOBOM *et al.*, 2003).

Para o desenvolvimento dos protocolos para as atividades laboratoriais, foram consultados livros didáticos, periódicos, como: *web of Science*, *Pubmed*, *Scielo*, *Scopus*, bem como os artigos científicos. Os protocolos foram elaborados de maneira que o aluno siga e compreenda as atividades propostas, desde a escolha e preparo da matéria-prima até a embalagem e obtenção do produto final. Os protocolos de aula prática eram compostos por introdução, lista de materiais, métodos, o qual incluía o fluxograma do processo, e variáveis a serem analisadas e mensuradas, além da observação e análise dos resultados.

Os protocolos de aulas práticas foram elaborados com a finalidade de cumprir a ementa da disciplina Biotecnologia Aplicada à Indústria de Alimentos e Bebidas, com carga horária de 90 horas/aula semanais, sendo 30 horas/aula designadas para aulas teóricas e 60 horas/aula para atividades práticas. Tal ementa está contida no Plano Pedagógico de Curso (PPC) do curso de graduação de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da UFT.

Após a elaboração dos protocolos, estes passaram por testes preliminares para que fosse possível detectar antecipadamente os problemas que pudessem vir a ocorrer em sala de aula e também para verificação do tempo, afim de não exceder o período concedido para as atividades em laboratório.

Os monitores da disciplina preparavam antecipadamente e disponibilizavam o material nas bancadas. As aulas eram divididas em três estágios: início, no qual se realizava a leitura do protocolo de

aula prática, o desenvolvimento, no qual os alunos produziam o produto proposto, e o término/organização, onde finalizavam o produto e organizavam o laboratório.

Ao final, era solicitado aos discentes que elaborassem relatório referente à prática, contendo inclusive o balanço de massa da elaboração do produto, integrando conhecimentos relacionados às disciplinas de Termodinâmica Aplicada, Operações Unitárias, Microbiologia Geral e Industrial, Processos Fermentativos I e II, Purificação de Bioprodutos, e principalmente conhecimentos de Bioquímica. O relatório era parte da avaliação final da disciplina, que fora utilizada como um dos parâmetros de avaliação da implementação dos protocolos.

Para avaliação da implementação dos protocolos de aula prática foram adotados os princípios da pesquisa qualitativa, que de acordo com Minayo (2001) se ocupa com a análise e compreensão dos processos educativos. Como método de análise, utilizou-se a observação participante, no período de 2014 a 2017, possibilitando a apreensão direta dos fenômenos em questão. Além disso, foi utilizado o desempenho acadêmico final dos estudantes na disciplina, a fim de perceber a eficácia da implementação dos protocolos construídos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta o número total de atividades práticas realizadas, os respectivos temas, o número de semanas necessário para terminar a fabricação do produto e carga horária (h/aula) em que os protocolos foram utilizados.

Tabela 1 - Atividades laboratoriais realizadas

Aula	Tema	Nº de semanas	Carga horária (h/aula)*
1	Produção de chucrute	3	12

2	Produção de Cogumelo "Shimeji"	8	36
3	Produção de Pão	1	4
4	Produção de iogurte	1	4
5	Produção de queijo Minas Frescal	1	4
6	Bebida Láctea	1	4
7	Produção de sidra	3	12
8	Produção de cerveja tipo <i>blond ale</i> Americana	3	12

* 1h/aula corresponde a 50 minutos.

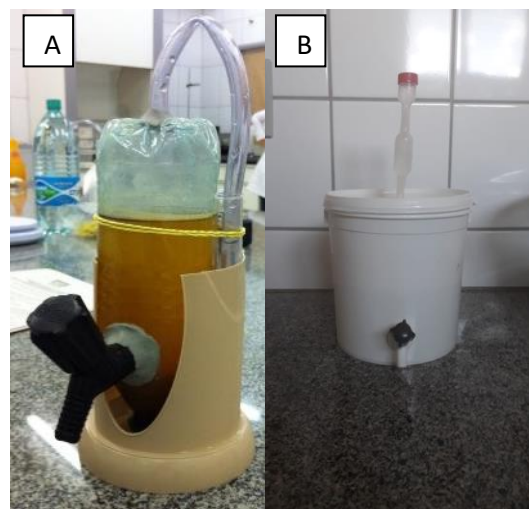
Os protocolos de aulas práticas foram elaborados e testados de modo a seguir os parâmetros das BPF. Durante as aulas foi possível perceber que os estudantes, ao acompanhar os protocolos, se apropriavam de maneira mais eficiente dos parâmetros da BPF, relacionando-os com a produção industrial. Além disso, eles puderam compreender as etapas da produção industrial de alimentos na prática. Embora todos os roteiros tivessem passados por testes preliminares, levando em conta a facilidade de compreensão, alguns protocolos, como o de Produção de sidra, tiveram que ser readequados. Isso porque foi observado incongruências em relação aos resultados esperados, durante o primeiro semestre de 2015.

Isto permitiu aos estudantes refletirem sobre a relação teoria-prática, já que os mesmos identificaram os possíveis "erros" relacionando-os com o seu aprendizado anterior. Tal fato proporcionou também um ajuste prático no protocolo de produção de sidra levando ao desenvolvimento, no semestre seguinte, de um fermentador a ser utilizado nesta prática. Protocolos acertados e bem estabelecidos levam os alunos a uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e técnicas dessas atividades, subsidiando o trabalho de

professores e pesquisadores (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Para a referida prática, foi desenvolvido, pelo monitor da disciplina, um protótipo de fermentador o qual se mostrou eficiente em relação ao volume, troca gasosa e coleta do produto fermentado, porém ainda foi necessário otimizar a sua estrutura física. Assim, visando a otimização da fermentação da sidra foi projetado um fermentador de 2,5 L, com material atóxico, facilmente higienizável, com válvula do tipo "air lock" (Figura 1).

Figura 1. Fermentadores utilizados na Produção de sidra: A. Primeiro protótipo; B. Protótipo com estrutura física otimizada.



Com relação ao protocolo de produção de cogumelo Shimeji, desde a sua primeira aplicação, foi possível observar uma alta umidade no substrato de milho cozido, que trazia baixa produtividade em cogumelos. A umidade é um dos fatores decisivos na eficiência da produção, de forma que outros fatores como a genética do fungo utilizado, a qualidade nutricional e a estrutura do substrato influenciam diretamente as condições do cultivo (DONINI *et al.*, 2009). Identificado o problema no protocolo, para correção da umidade, os substratos foram alterados. Passou-se, então, utilizar palha de arroz como substrato primário e farelos de soja, arroz ou de milho como substratos secundários (PURNOMO *et al.*,

2010; AHMAD *et al.*, 2011; DA LUZ *et al.*, 2012). O uso desses resíduos agroindustriais, proporcionou maior produtividade de cogumelos comestíveis, além de maior qualidade quando comparado ao método inicial proposto. A observação destes fatores foi decisiva para o aprimoramento do protocolo, o qual, em utilizações posteriores, demonstrou-se mais eficiente para a compreensão dos processos de produção do cogumelo Shimeji.

Outro aspecto a se destacar foi a organização e montagem das práticas. Foi estabelecido, a partir da presença do monitor na disciplina, uma forma de organização para a montagem das práticas de maneira que os alunos pudessem acessar os materiais para a fabricação do produto (Figura 2). Cada grupo possuía a sua estação de trabalho, como pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2. Organização dos materiais da aula prática.



Figura 3. Distribuição dos grupos por estações de trabalho na fabricação de produtos.



Com relação ao tempo das práticas, pôde-se considerar que foi satisfatório e compatível com os testes preliminares dos protocolos, de modo que a fabricação dos produtos alimentícios propostos em cada um foi realizada e terminada dentro do período estipulado. É “necessário otimizar o tempo para que a aula se encaixasse no período determinado para os experimentos práticos” (POSSOBOM *et al.*, 2003).

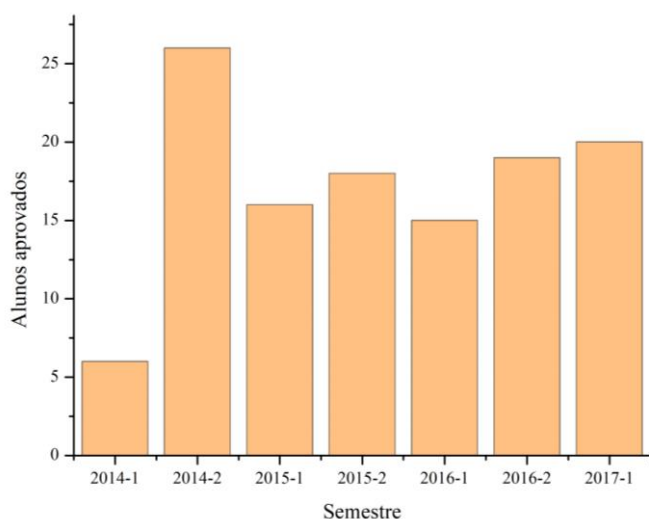
Além do desenvolvimento dos protocolos destinados as aulas práticas, percebeu-se a necessidade de elaborar protocolos para serem utilizados pelos monitores de forma a padronizar e organizar as próximas monitorias, visto que o Programa Institucional de Monitoria é semestral, implicando na mudança do discente responsável pela monitoria.

Com a aplicação dos protocolos e otimização de materiais e tempo de execução para cada prática, organização das bancadas e estações, a integração de conhecimentos de outras áreas e disciplinas, foi possível observar a melhora nos processos de avaliação conforme observamos no baixo índice de reprovação na disciplina, em cerca de 4%, durante todos os semestres avaliados.

A observação das aulas, a leitura dos relatórios de aula prática e as avaliações feitas

durante os semestres da disciplina permitiu inferir que o aprendizado dos alunos, com relação ao conteúdo da disciplina, articulando teoria e prática foi efetivo. O alto rendimento acadêmico dos estudantes reflete tal constatação, inferindo em um índice de aprovação final de 96%, conforme a figura 4.

Figura 4. Número de alunos aprovados por semestre.



Por fim, vale ressaltar que por se tratar de um curso de graduação de cunho interdisciplinar, é necessário superar as fronteiras disciplinares baseadas na interação dos conteúdos curriculares. Neste sentido, os protocolos desenvolvidos se prestaram a minimizar as fronteiras entre sujeito e objeto; teoria e prática; planejamento e ensino (LUZZI e PHILIPPI JR., 2011; KRAUSZ, 2008).

CONCLUSÃO

A partir das observações realizadas foi possível perceber o potencial dos protocolos desenvolvidos como agentes facilitadores do processo de aprendizagem dos estudantes com relação à

produção de alimentos. Por meio das avaliações e observações realizadas foi possível identificar problemas operacionais com os roteiros os quais puderam ser corrigidos em semestres posteriores. Assim, é possível inferir que estas práticas puderam alcançar o objetivo de ensino aprendizagem proposto na disciplina.

Além disso, neste processo, o monitor teve acesso às metodologias experimentais o que lhe permitiu um contato maior com as atividades da docência. Por meio de sua atuação, com o desenvolvimento dos protocolos e a organização das aulas práticas, foi possível observar um melhor rendimento dos alunos, dando a estes inclusive uma maior autonomia na manipulação dos materiais e desenvolvimento das práticas. Pode-se considerar, então, que estes elementos foram facilitadores no processo de aprendizagem dos estudantes, contribuindo com o desenvolvimento da capacidade de relacionar a teoria com a prática.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal do Tocantins por proporcionar a oportunidade da monitoria pelo Programa Institucional de Monitoria (PIM), ao LABAP da Incubadora de Empresas de base Biotecnológica - HABITE do Campus Universitário de Gurupi por ceder a estrutura e equipamentos.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

AHMAD, W.; IQBAL, J.; SALIM, M.; AHMAD, I.; SARWAR, M.A.; SHEHZAD, M.A; RAFIQ, M.A. Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on cotton waste amended with maize and banana leaves. **Pakistan Journal of Nutrition**. v.10, n.6, p.509-513, 2011.

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes

enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.25, n.2, 2003.

BRASIL. 2003. Regulamento técnico de Boas Práticas de Fabricação. Brasília, 23 de out.

BRASIL. 1998. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.

CARRAHER, D. Educação Tradicional e Educação Moderna. In: CARRAHER, T. N. (Org.). **Aprender pensando: contribuições da psicologia cognitiva para a educação**. Petrópolis: Vozes, 1986.

COLENCI, A.T. O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica. São Paulo, SP. **Dissertação de Mestrado**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos; 2000.

DA LUZ, J.M.R.; NUNES, M.D.; PAES, S.A.; TORRES, D.P.; DA SILVA, M.C.S.; KASUYA, M.C.M. Lignocellulolytic enzyme production of *Pleurotus ostreatus* growth in agroindustrial wastes. **Brazilian Journal of Microbiology**. p.1508-1515, 2012.

DONINI, L.P.; BERNARDI, E.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Cultivo de shimeji em substrato capim-elefante suplementado com diferentes tipos de farelos. **Scientia agraria**. v.10, n. 1, p.67-74, 2009.

DOS SANTOS, W.L.P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. Alexandria:

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. v. 1, n.1, p.109-131, 2008.

FERREIRA, A. B. H. Miniaurélio: o dicionário da língua portuguesa. 8. ed. Curitiba: Positivo, 2010. 895 p.

KRAUSZ, M. 2008. **Onde as disciplinas se encontram**. Revista Educação, n. 32. Disponível em: <http://amorimlima.org.br/2008/04/revista-educacao-no-132/>>. Acesso em: 16/10/2015.

LUZZI, D.A.; PHILIPPI JR., A. Interdisciplinaridade, pedagogia e didática da complexidade na formação superior. In: PHILIPPI JR., A.; SILVA NETO, A. **Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia & Inovação**. Barueri, São Paulo, Manole, 2011.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia Tradicional**. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1991.

PURNOMO, A.D.I.S.; MORI, T.; KAMEI, I.; NISHII, T.; KONDO, R. Application of mushroom waste medium from *Pleurotus ostreatus* for bioremediation of DDT-contaminated soil. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.64, n.5, p.397-402, 2010.

POSSOBOM, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. E da S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. **Núcleos de ensino**. São Paulo, Unesp, Pró-reitora de Graduação, p.113-123, 2003