

PROBLEMATIZAÇÃO E PRÁTICAS DE MICROBIOLOGIA PARA ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS

Problematization and microbiology practices for high school of public schools

Sara Scandorieiro [sara_scandorieiro@yahoo.com.br]

Angela Hitomi Kimura [angelahkimura@gmail.com]

Leonardo Pinto Medeiros [leomedeiros27@gmail.com]

Lilian Areal Marques [lilian.areal.marques@gmail.com]

Adriano Martin Felis Aranome [aranome@yahoo.com.br]

Gerson Nakazato [gersonnakazato@yahoo.com.br]

Renata Katsuko Takayama Kobayashi [kobayashirkt@uel.br]

Universidade Estadual de Londrina

Rod. Celso Garcia Cid, s/n - Campus Universitário, Londrina – PR

Gessica Dutra Gonçalves [g.dutragoncalves@gmail.com]

Universidade Estadual de Maringá

Av. Colombo, 5790 - Zona 7, Maringá – PR

Alexandre Tadachi Morey [alexandre.morey@canoas.ifrs.edu.br]

Instituto Federal do Rio Grande do Sul

R. Dra. Maria Zélia Carneiro de Figueiredo, 870 - A - Igara, Canoas – RS

Recebido em: 21/02/2018

Aceito em: 03/09/2018

Resumo

Na educação básica, a microbiologia ainda é ministrada de maneira teórica e abstrata. Porém deve ser abordada de forma contextualizada, pois os microrganismos possuem relação direta com a nossa vida cotidiana e desempenham um papel importante no ambiente. Este relato descreve a ação de extensão realizada pelo departamento de Microbiologia, da Universidade Estadual de Londrina (UEL), que atendeu alunos de ensino médio de escolas públicas do Paraná, com o intuito de conscientizá-los sobre a importância dos microrganismos, por meio da aprendizagem baseada em problemas (PBL). Durante as atividades desenvolvidas, os alunos foram protagonistas na construção do conhecimento. Os participantes desta ação extensionista responderam a questionários que auxiliaram a análise e discussão deste relato.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Integração sala de aula-laboratório; Saúde; Meio ambiente.

Abstract

In basic education, microbiology is still taught theoretically and abstractly. However, it must be approached in a contextualized way, since the microorganisms have direct relation with our daily life and play an important role in the environment. This report describes the extension action carried out by the Department of Microbiology of State University of Londrina (UEL), which is made by giving classes to public high school students in Paraná state, and the aim of this action was to use problem-based learning (PBL) to make them aware of the importance of microorganisms. During the activities were being developed, students were protagonists in the construction of knowledge. The participants of this extension action answered questionnaires that aided the analysis and discussion of this report.

Keywords: Problem-Based Learning; Classroom-laboratory integration; Health; Environment.

1 – Introdução:

A microbiologia é o estudo dos microrganismos, tais como bactérias, fungos, protozoários, algas unicelulares e vírus. Essa ciência aborda a relação que esses seres microscópicos possuem com o meio ambiente, a nossa saúde e diversos processos de nossa vida (Madigan et al., 2010; Tortora; Funke; Case, 2012). Apesar de ser um assunto associado ao nosso cotidiano, a abordagem na educação básica é superficial, teórica e abstrata, pelo fato da microbiologia compreender o estudo de organismos invisíveis ao olho nu; já que muitas escolas não possuem microscópio ou reagentes específicos para visualização dos microrganismos (Ferreira, 2010; Kimura et al., 2013). Adicionalmente, essa ciência prática deve deixar de ser exclusividade do ambiente acadêmico, e ser apresentada à comunidade. O conhecimento nessa área permite que estudantes que não passaram pela universidade tenham consciência da importância dos seres microscópicos em seu dia a dia, como na produção de alimentos, bebidas, medicamentos, vacinas e combustíveis, na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, no tratamento de resíduos gerados pelo homem, na saúde e no desenvolvimento de doenças, entre outros (Madigan et al., 2010; Tortora; Funke; Case, 2012).

Alguns pesquisadores têm utilizado diversas metodologias para apresentar a importância dos seres microbianos para alunos de escola pública. Kimura e colaboradores (2013) ministraram aulas teórico-práticas de microbiologia para estudantes de ensino médio e cursos profissionalizantes do município de Londrina, apresentando os conceitos básicos dessa ciência, os cuidados necessários para boas práticas laboratoriais, e desenvolvendo atividades práticas com auxílio de meios de cultura e microscopia ótica. Acadêmicos de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) desenvolveram atividades lúdicas com alunos da rede básica de ensino para promover a aprendizagem de microbiologia, realizando jogos contendo perguntas e respostas, exibição de vídeos educativos e dramatizações (Anjos et al., 2013). Algumas atividades têm sido desenvolvidas por período permanente, como por exemplo, o museu de microbiologia do Instituto Butantã em São Paulo que faz uma exposição sobre a vida microbiana por meio de filmes, animações, atividades interativas, microscópios, painéis, modelos tridimensionais de microrganismos e atividades práticas (Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2016). Estas importantes iniciativas aumentam o interesse pela microbiologia na educação básica, porém abrangem um número limitado de estudantes. Assim, novas abordagens, que sejam de fácil transposição para escolas de qualquer nível social, são necessárias e contribuem para o ensino de ciências e biologia.

Sabe-se que a educação brasileira enfrenta sérios problemas financeiros e os índices apontam poucos avanços na qualidade do setor educacional e nível de aprendizagem. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) tem mostrado que a qualidade do aprendizado nacional não vem atingindo a meta. Em 2015, a meta de 4.0 para ensino médio de escola pública não foi atingida, pois o IDEB ficou em 3.5; mas o mais preocupante é que a meta não é atingida desde 2013 (ano em que o IDEB observado foi 3.4 e a meta era 3.6). No Paraná, o IDEB projetado também não é atingido desde 2013, sendo que em 2015 o valor observado foi de 3.9 e a meta era 4.5 (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio, 2016). Na busca de melhorias no setor educacional, um dos caminhos é a pesquisa de novas formas de trabalhar o conteúdo em sala de aula, de maneira que desperte o interesse do aluno e melhore sua capacidade crítica e reflexiva, favorecendo, principalmente, o aluno a ser ativo na construção do conhecimento.

A metodologia convencional ainda é muito atuante no cotidiano das escolas. Essa abordagem pedagógica apresenta algumas limitações, a aula é baseada na transmissão de informação, de forma que o ponto chave é a exposição do conteúdo pelo professor e não as dúvidas dos alunos, resultando em baixo nível de interação professor-aluno-objeto de estudo. Esse baixo nível de interação devido à pouca experimentação, ou pouca reflexão ou análise de problemas, favorece a formação de um cidadão passivo e sem pensamento crítico (Vasconcellos, 1992).

Atualmente, com o acesso à informação cada vez mais rápido e globalizado, é necessário que o aluno, além de adquirir informações, aprenda a aprender, seja capaz de tornar o aprendizado um ato contínuo por toda vida. Assim, o papel dos professores deixa de ser apenas a transmissão de conhecimentos para tornarem-se facilitadores da aquisição de conhecimentos, estimulando e desenvolvendo a capacidade de pesquisas e a produção de conhecimentos, adotando a pesquisa como princípio pedagógico (Brasil, 2013). A pesquisa instiga o estudante a conhecer o mundo que o cerca, gerando inquietude, tornando o estudante protagonista na busca de informações e de saberes, contribuindo para a formação de indivíduos que buscam respostas em um processo autônomo de reconstrução de conhecimentos.

Métodos alternativos em que a educação é centrada no aluno e não no professor têm sido aplicados por todo o mundo, fazendo com que a experiência do aprendizado seja autêntica e motivadora (Barron & Darling-Hammond, 2008). Neste sentido, a aprendizagem baseada em problemas (PBL, *Problem-Based Learning*) é um sistema pedagógico que posiciona o aluno como protagonista, permitindo que o mesmo construa seu conhecimento pela resolução de problemas (Hung, 2016; Leon & Onófrío, 2015). Em 1965, o PBL foi introduzido no Canadá no ensino de Ciências da Saúde na Universidade de McMaster, e as principais características desse novo método de ensino eram a integração de conteúdos e a resolução de problemas, permitindo que o aluno conduzisse o próprio aprendizado (Borges et al., 2014a). O PBL é utilizado em diversas instituições brasileiras, tais como Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (SP), Faculdade de Medicina da Universidade Estadual de Londrina (PR), Faculdade de Medicina de Marília (SP); Faculdade de Medicina do Centro Universitário Serra dos Órgãos (RJ), curso de Medicina da Universidade Federal de São Carlos (SP), entre outros (Lopes et al., 2011). No Brasil, este método é mais comumente associado ao ensino superior, justificando a necessidade de desenvolvimento de estudos que associam a metodologia baseada em PBL a modalidades de ensino básico.

Além do PBL, existem outras modalidades didáticas ativas que facilitam o desenvolvimento cognitivo, intelectual e pessoal dos alunos; entre elas estão aulas práticas, aulas de campo ou excursões, vídeos, imagens, ilustrações (charges ou desenhos em quadrinhos), jogos pedagógicos, brincadeiras, softwares educacionais, entre outros (De Souza, 2014).

Considerando as dificuldades enfrentadas no ensino de microbiologia na educação básica, a qualidade educacional deficitária das escolas públicas e a necessidade de metodologias inovadoras de fácil aplicação à realidade educacional brasileira, este artigo relata a ação de extensão desenvolvida para apresentar a importância da microbiologia em nosso cotidiano para alunos de ensino médio, por meio de problematização, atividades práticas e vídeos.

2 – Trajetória metodológica:

2.1 – Equipe e público alvo:

A ação de extensão apresentada neste trabalho foi realizada pelo departamento de Microbiologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), incluindo a participação de uma equipe multidisciplinar composta por professores de diversas áreas do departamento (bacteriologia, micologia, biologia molecular de microrganismos e ecologia microbiana), discentes de pós-graduação (Mestrado e Doutorado em Microbiologia) e discentes de graduação (Biologia, Biomedicina, Farmácia e Artes visuais).

O público atendido por esta ação inclui alunos de ensino médio de escolas públicas de três cidades do Paraná (Londrina, Tamarana e São Jerônimo da Serra). Foram atendidas 13 turmas, totalizando a participação de 278 alunos.

2.2 – Primeira etapa da ação extensionista:

Na primeira etapa desta ação extensionista, docentes e discentes de graduação e pós-graduação desenvolveram o material didático na forma de tutorias para atender os alunos das escolas da rede básica de ensino. Foram elaborados dez tutoriais compostos por uma problematização e fundamentação teórica (Tabela 01). Cada tutorial aborda temas de microbiologia de maneira multidisciplinar e respeitando as Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Biologia (DCE), da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED) (Paraná, 2008). Entre os temas estão: (i) método científico, (ii) origem da vida, (iii) citologia, (iv) metabolismo, (v) biodiversidade microbiana, (vi) doenças sexualmente transmissíveis, (vii) microbiota, (viii) biotecnologia e engenharia genética, (ix) ciclos biogeoquímicos e (x) eutrofização. As problematizações compreendem situações cotidianas do aluno, tais como o papel dos microrganismos na produção de alimentos, medicamentos e combustíveis, na saúde e no desenvolvimento de doenças infecciosas e seus tratamentos, no controle da poluição ambiental, etc. As fundamentações teóricas consistem em textos que dão suporte para os objetivos de estudo de cada tutorial e conseqüentemente, para o entendimento do problema, além disso, incluem esquemas e ilustrações elaborados pelos alunos do curso de Artes Visuais que participaram da equipe do projeto de extensão. Alguns tutoriais, juntamente com o problema e fundamentação, apresentam material e atividades complementares, tais como vídeos, reportagens, atividades práticas laboratoriais, dinâmicas em grupo, etc. Um vídeo educativo sobre biossegurança em laboratório e um kit de coloração de Gram para visualização de bactérias com auxílio de um microscópio foram desenvolvidos durante o projeto e aplicados nas escolas como atividade complementar dos tutoriais.

2.3 – Segunda etapa da ação extensionista:

Na segunda etapa desta ação de extensão, os materiais desenvolvidos na etapa anterior foram apresentados aos alunos das escolas públicas já mencionadas. Foram realizados dois encontros com cada turma atendida. No primeiro encontro a turma foi dividida em grupos de até 10 alunos, e cada grupo ficou sob a tutoria de um integrante pertencente à equipe do projeto. Cada grupo, com orientação de seu tutor, seguiu os seis passos seguintes baseados no PBL: (1) leitura em voz alta do problema, (2) identificação e esclarecimento de termos desconhecidos, (3) leitura silenciosa do problema, (4) identificação dos problemas propostos pelo enunciado, (5) formulação de hipóteses para os problemas identificados, com base no conhecimento prévio do grupo de alunos, (6) formulação dos objetivos de estudo, que irão auxiliar na elucidação das hipóteses, visando aprofundamento nos conhecimentos. Em todos os seis passos, a participação do aluno foi ativa, com exposição de dúvidas, opiniões e seus conhecimentos prévios sobre o assunto; e o tutor participou como mediador, tendo a responsabilidade de conduzir os passos sem desfocar do conteúdo proposto pelo problema. Após a formulação dos objetivos de estudo, cada aluno recebeu um texto de apoio com a fundamentação teórica necessária para o entendimento e resolução do problema. Para a maioria dos tutoriais, o primeiro encontro foi finalizado com alguma atividade prática, tal como pesquisa de microrganismos da microbiota humana e do ambiente, e visualização de bactérias e fungos (fermento biológico) com auxílio do Microscópio ótico. Para a visualização de bactérias, primeiramente os alunos assistiram ao vídeo sobre biossegurança em laboratório e ao vídeo sobre a técnica de coloração de Gram (ISBN nº 978-85-7846-199-7), em seguida utilizaram o kit de coloração de Gram para corar lâminas pré-preparadas contendo bactérias fixadas, e as e visualizaram ao microscópio ótico.

Tabela 01 – Principais informações sobre os tutoriais de biologia, elaborados pela equipe da ação extensionista, que exploram a microbiologia no dia a dia por meio de problematização.

Tema do tutorial	Título do problema	Assuntos explorados
Método científico	Como fazer ciência?	Método científico, hipótese, teoria, lei, universidades, pesquisas científicas
Origem da vida	Origem da vida	Biogênese, abiogênese, pasteurização
Citologia	Um caso curioso	Célula, procarioto, eucarioto, microscopia
Metabolismo e processos industriais	O pão de cada dia com respeito ao meio ambiente	Respiração aeróbica, respiração anaeróbica, fermentação, produção de alimentos, bebidas e biocombustíveis
Biodiversidade	Um mundo microscópico	Taxonomia, nomenclatura binomial, reino Monera, reino Fungi, interações biológicas, coloração de Gram
DST	Inimigo invisível	HPV, HIV, outras DST, prevenção de DST
Microbiota	Os invisíveis que vivem em nós	Microbiota intestinal, antibióticos, distúrbios de microbiota, probióticos
Biotecnologia e engenharia genética	Produção de insulina	DNA recombinante, clonagem gênica, OGM
Ciclos biogeoquímicos	Fertilizante natural	Ciclos biogeoquímicos, equilíbrio ecológico, biomas
Eutrofização	Um resultado do desequilíbrio ambiental	Desequilíbrio ecológico, eutrofização, biorremediação

DST: Doença Sexualmente Transmissível.

HPV: vírus do papiloma humano.

HIV: vírus da imunodeficiência humana.

OGM: Organismo Geneticamente Modificado.

A leitura da fundamentação teórica e a busca de informações para entendimento do problema foram realizadas individualmente. Baseados nos objetivos de estudo elaborados no primeiro encontro, os alunos realizaram pesquisa e estudo em fontes diversificadas (a própria fundamentação teórica entregue, conversa com especialistas, livros ou pesquisa na internet).

No segundo encontro, os alunos foram reunidos mantendo os mesmos grupos que estavam no encontro anterior, e com base nos objetivos de estudo fizeram um debate mediado pelo tutor, com objetivo de integrar as informações trazidas por cada aluno na rediscussão do problema. Os alunos expuseram os novos conhecimentos adquiridos, aprofundando-se no tema abordado pelo problema. A responsabilidade do tutor foi conduzir o diálogo de maneira harmônica e objetiva, além de orientar quando informações vagas, incompletas ou erradas fossem expostas.

Ao final do segundo encontro, os alunos e professores de cada turma foram convidados a responderem um questionário de forma voluntária e anônima, com objetivo de conhecer a percepção dos mesmos sobre a metodologia de ensino utilizada e os temas abordados nas aulas. Os tutores que elaboraram e aplicaram o material didático desta ação de extensão também responderam um questionário com o mesmo objetivo. Portanto os resultados apresentados neste artigo são dados

qualitativos referentes às percepções e experiências de alunos, tutores e professores acerca da metodologia PBL e das atividades práticas desenvolvidas envolvendo o tema microbiologia.

3 – Análise qualitativa desta ação de extensão:

Os comentários de alunos, tutores e professores, retirados dos questionários, são abordados a seguir, para explorar diversas questões, como o interesse pela microbiologia e os benefícios e dificuldades da metodologia PBL para o ensino médio. Foram utilizados 69 comentários para produção deste manuscrito, e estes são representados pela letra “C” e o respectivo número.

3.1 – Pontos positivos do PBL em relação ao método de ensino tradicional:

Atualmente ainda é comum que o aluno se preocupe com as notas que vai tirar, com a necessidade de ser aprovado pelos professores e com a memorização de fatos e informações sem realizar correlações, tudo isso apenas para atender exigências minimalistas de escolas e do mercado de trabalho. Tais atitudes são comuns no sistema de ensino expositivo e transmissivo, no qual o aluno é o receptor do conhecimento e acaba se envolvendo superficialmente com o objeto de estudo (Krasilchik, 2008).

O método PBL traz outra visão de ensino, na qual o professor não é mais o transmissor de saberes e o aluno ocupa papel central na construção do próprio conhecimento, resolvendo problemas utilizando diálogo e buscando informações em fontes diversificadas (Souza & Dourado, 2015). A aula expositiva tende a ser meramente informativa, no entanto, o PBL é uma metodologia formativa porque estimula o desenvolvimento de senso crítico e reflexivo, repercutindo na formação de cidadãos capazes de se posicionar e tomar decisões conscientemente (Borges et al., 2014). Os alunos e tutores que participaram da ação de extensão descrita neste artigo relataram diversas vantagens que encontraram no método PBL, e estas são abordadas nos comentários seguintes (C1 – C13; ou seja, comentário nº 1 ao comentário nº 13).

A substituição do ato de memorizar pelo ato de raciocinar foi um ponto relevante para os participantes desta ação de extensão, como pode ser visto a seguir:

“... ajuda a raciocinar e lembrar ainda mais.” (C1: Aluno)

“Aulas assim não nos fazem decorar e sim aprender, entender uma coisa que em aulas normais não entendemos e achamos muito complicado.” (C2: Aluno)

“O assunto fica mais interessante para estudar, diminuindo a necessidade de decorar a matéria.” (C3: Tutor)

Outros participantes destacaram a importância de correlacionar o aprendizado com situações do dia a dia, como segue abaixo:

“... associou o conhecimento com o dia a dia” (C4: Aluno)

“Pois essa metodologia permite fazer uma interligação entre os conhecimentos adquiridos na sala de aula e a vivência do aluno.” (C5: Tutor)

A participação ativa dos alunos estimulou a vontade dos mesmos estudarem. O protagonismo na construção do conhecimento e a elaboração de hipóteses alternativas foi um fator motivacional para se dedicarem ao processo de aprendizagem, como relatado a seguir:

“Tendo que criar hipóteses, nem sempre se acerta, com o erro é mais fácil de guardar o conteúdo.” (C6: Aluno)

“Com esse tipo de aula eu busquei o conhecimento. Buscando isso eu aprendi mais do que o método tradicional.” (C7: Aluno)

“O bom é que a gente conversa, interage mais e pensa. Sai do tradicional e torna a escola mais legal.” (C8: Aluno)

“Aumentou minha vontade de estudar.” (C9: Aluno)

“Houve debate de ideias, o aprendizado ficou mais fácil.” (C10: Aluno)

“... é uma forma de aprendizado mais dinâmico, pois é uma forma em que buscamos o conteúdo e discutimos.” (C11: Aluno)

Além disso, alguns alunos relataram que aulas baseadas no PBL são menos cansativas e maçantes:

“... achei uma maneira mais leve e dinâmica de estudar.” (C12: Aluno)

“... Melhor que o método tradicional. Não fica cansativo e entediante. Melhor que copiar um quadro inteiro e ficar ouvindo o professor falar por cinquenta minutos.” (C13: Aluno)

Estudiosos têm comparado o sistema de ensino tradicional e o PBL, mostrando que este último apresenta vantagens sobre o primeiro (Choi; Lindquist & Song, 2014; Loyens; Rikers & Schmidt, 2006; Moutinho; Torres & Vasconcelos, 2014; Strobel & Van Barneveld, 2009). Moutinho, Torres e Vasconcelos (2014) compararam os métodos PBL e expositivo com relação à construção e retenção de conhecimento, e os resultados deste estudo mostraram que o ensino baseado em problematização implica maior retenção de conhecimento ao longo do tempo. Utilizando meta-síntese qualitativa, Strobel e Barneveld (2009) concluíram que o PBL é mais efetivo que o método tradicional ao promover assimilação do conhecimento por longo prazo, como também permitir o desenvolvimento de habilidades e maior satisfação de alunos e professores.

3.2 – Desenvolvimento de senso crítico do aluno com a metodologia PBL:

O conhecimento contextualizado, ou seja, associado com o cotidiano e com conhecimentos prévios, torna a aprendizagem significativa, pois o aluno sai da condição de espectador passivo e passar a atuar como um indivíduo crítico e reflexivo sobre o conteúdo estudado. As aulas contextualizadas e dialogadas mudam a atitude dos alunos e contribuem para a formação de indivíduos mais conscientes, que se posicionam criticamente para melhorar a sociedade em que estão inseridos. A prática da adoção da pesquisa como projeto pedagógico, propicia o desenvolvimento da atitude científica, estimulando a análise crítica, a reflexão, a busca por soluções e alternativas (Brasil, 2013). Além do mais, o propósito do pensamento crítico estimulado em sala de aula é cultivar o estado ético nos estudantes (Adams et al., 2016; Kwak, 2008). Os comentários dos participantes que vêm a seguir abordam essa temática (C14-C17):

“É um método que exercita nossa capacidade de questionar e criticar. Eu teria maior liberdade para direcionar o estudo conforme minhas dúvidas e necessidades” (C14: Aluno)

“Pois é um método que traz informações cheias de lacunas, instigando o aluno a questionar, refletir e preencher tais lacunas com auxílio de conhecimentos prévios e estudo em fontes de pesquisa que lhes interessem.” (C15: Tutor)

“O aluno tem que se esforçar para tentar formular perguntas e hipóteses, dessa forma é mais fácil de desenvolver o pensamento reflexivo e crítico.” (C16: Tutor)

“Tira o aluno da sua zona de conforto.” (C17: Professor)

3.3 – O PBL e o desenvolvimento de autonomia:

A curiosidade motiva o aluno a buscar informações, conseqüentemente este se envolve de maneira mais prazerosa com o conteúdo abordado em sala de aula. O desenvolvimento de autonomia está associado a essa postura investigativa e indagadora que o PBL exige do aluno (Smolka; Gomes & Siqueira-Batista, 2014). Além disso, o método PBL estimula o aluno a gerenciar o próprio estudo, já que há estudo individual, aumentando seu senso de responsabilidade (Barron & Darling-Hammond, 2008; Borges et al., 2014), capacitando-o a aprender a aprender. Choi, Lindquist e Song (2014) avaliaram estudantes de enfermagem que passaram por dois programas educacionais (tradicional e PBL), e verificaram que após aulas baseadas no PBL os alunos apresentaram melhores resultados em comparação aos resultados de avaliações pós-aula tradicional, pois melhoraram em diversos aspectos, inclusive na habilidade de aprendizado autodirigida. Os comentários abaixo refletem tais questões (C18-C24):

“... faz com que o aluno vá atrás do conhecimento não por obrigação, mas sim por curiosidade de saber se o que ele acha está certo ou errado...” (C18: Aluno)

“Porque a criação de dúvida te deixa com mais vontade de buscar a resposta.” (C19: Aluno)

“Estimula a busca por respostas...” (C20: Aluno)

“Busquei muitas informações que tinha dúvida.” (C21: Aluno)

“Estimulou o estudo em casa.” (C22: Aluno)

“Esse método exige autonomia e comprometimento do aluno, estimulando o autodidatismo e criatividade do estudante.” (C23: Tutor)

“É uma forma de o aluno estudar mais em casa.” (C24: Professor)

3.4 – PBL estimula o trabalho em equipe:

O PBL permite que os alunos correlacionem seus conhecimentos prévios com de outros alunos do grupo. Além disso, desenvolve a capacidade de trabalhar cooperativamente, esse trabalho em equipe estimula o respeito às diferenças, favorecendo a formação de pessoas que respeitam opiniões diversificadas (Borges et al., 2014). O estudo em grupo permite que haja compartilhamento de ideias, gerenciamento de tempo pessoal e coletivo, cooperação entre membros do grupo, responsabilidade coletiva tanto para o bem-estar do grupo como também de cada um. Um sistema de ensino não individualista aumenta a habilidade social do aluno, ajudando-os a reforçar autoconfiança e praticar assertividade. Além disso, habilidades de estudo em grupo são transferidas para outras tarefas, preparando o aluno para entrar em várias áreas do mercado de trabalho em que trabalho em equipe é uma exigência (Petress, 2004).

A sala de aula é um local para trocar informações e o PBL atende essa questão por permitir o diálogo entre aluno-aluno e aluno-professor. O sistema pedagógico baseado no compartilhamento de informação e conhecimento é essencial para a formação de uma sociedade não individualista

(Hung, 2016). Os alunos destacam que o trabalho em equipe também foi um fator motivacional para se dedicarem ao aprendizado do conteúdo, como visto nos comentários a seguir (C25-C32):

“Estimula a interação e troca de diferentes pontos de vista.” (C25: Aluno)

“... você expressa o conteúdo conhecido, interage com o grupo e aprende o que não sabe.” (C26: Aluno)

“Compartilhar a ideia dos outros; participar ativamente das aulas.” (C27: Aluno)

“Principalmente ajuda você a lidar com pessoas em grupo, buscando seu conhecimento e interagir com o todo.” (C28: Aluno)

“Estimula a interatividade em grupo e aprendemos sempre coisas novas.” (C29: Aluno)

“Porque podemos ajudar um ao outro.” (C30: Aluno)

“É melhor porque interage com os colegas, não é cansativo... Essas aulas acabam chamando atenção.” (C31: Aluno)

“Porque em forma de diálogo com o grupo há mais aprendizagem.” (C32: Aluno)

3.5 – PBL e o respeito ao indivíduo:

Cada aluno possui sua cultura, suas ideias e percepções de mundo, cada um aprende a sua maneira, desta forma a metodologia de ensino ideal deve atender essa individualidade sem excluir o estudante do grupo (Silva; Assis & Gentile, 2005). A aula tradicional trata todos os alunos da mesma maneira, mas quando estes são respeitados como indivíduos e são capazes de aprender de acordo com seu próprio estilo, tornam-se motivados a estudar e aprender de forma mais eficiente (Sims, 2013). As percepções de alunos e tutores sobre o método PBL estão, na maioria das vezes, enfatizando que essa abordagem de ensino respeita a individualidade, como segue nos comentários abaixo (C33-C36):

“... nos direciona a compreendemos e adaptarmos à nossa maneira.” (C33: Aluno)

“Pois é também uma forma de avaliar se o conteúdo foi mesmo compreendido.” (C34: Aluno)

“A metodologia dialética valoriza o pensamento individual, para que a sua maneira o aluno consiga atingir os mesmos objetivos.” (C35: Tutor)

“... nesse tipo de metodologia é mais fácil para o professor perceber qual dos alunos está tendo mais dificuldade em aprender.” (C36: Tutor)

3.6 – Desenvolvimento de habilidades de linguagem com o método PBL:

Como visto, os passos do PBL exigem participação ativa dos alunos, que expõem suas ideias, seus conhecimentos prévios, colocam suas hipóteses para discussão; ou seja, é importante que os alunos verbalizem durante a aula baseada em problematização (Douglas, 2012). No entanto, alguns alunos mostram resistência em participar dos passos do PBL, principalmente por conta da timidez, como relatado abaixo (C37-C39):

“... eu achei legal, mas sou tímido, o que atrapalha às vezes” (C37: Aluno)

“Bem mais fácil de aprender. O ponto negativo é a timidez de falar” (C38: Aluno)

“Um ponto negativo é que algumas pessoas podem não se sentir à vontade expondo sua opinião” (C39: Aluno)

No entanto, trabalhar o conteúdo contextualizado e de maneira dialogada auxilia o aluno a melhorar habilidades associadas à linguagem, tais como escrita e fala (Adams et al., 2016). No início o aluno pode apresentar dificuldades, principalmente por desconhecer o método de ensino e estar habituado com aulas expositivas. Mas no decorrer do processo pedagógico baseado no PBL, esse quadro de dificuldade pode mudar. Em algumas turmas que atendemos nesta ação extensionista, foi possível perceber que determinados alunos se mostravam tímidos quando tinham o primeiro contato com o PBL, mas no segundo contato já se mostravam mais desinibidos e comunicativos. O PBL valoriza a comunicação, expressão de ideias e debates, e em algum momento o aluno vai se sentir à vontade para participar ativamente, já que o trabalho em grupo estimula a autoconfiança e o desempenho social (Petress, 2004). Além disso, o PBL descentraliza o foco do professor, desta forma o protagonismo dos alunos (que não assumem mais o papel de receptores passivos) deixa-os mais à vontade para falar o que pensam, como o relatado a seguir (C40):

“... nos dá segurança de expressar nossas ideias.” (C40: Aluno)

3.7 – Metodologia multidisciplinar:

A essência do método PBL é estudar os conteúdos em módulos temáticos, integrando diversas disciplinas ou assuntos. Quando o conteúdo deixa de ser fragmentado e passa a ser repleto de conexões, a aprendizagem torna-se mais significativa (Borges et al., 2014).

Em aulas multidisciplinares são apresentados, em uma única situação, conceitos-chave e habilidade associados a vários conteúdos ou disciplinas; capacitando alunos a fazer e enxergar conexões, gerar e transferir conhecimento para uma variedade de problemas do mundo real (Adeyemi, 2010). Os tutoriais aplicados aos alunos de ensino médio, nesta ação de extensão, abordam assuntos diversos em uma situação-problema, como taxonomia, ecologia e microbiologia geral no tutorial cujo tema é “biodiversidade” ou tipos de metabolismo e microbiologia industrial no tutorial cujo tema é “metabolismo e processos industriais”, por exemplos. A integração de diversos conteúdos em uma única situação, como realizado, chamou a atenção de estudantes e tutores, como relatado a seguir (C41-C45):

“A maneira de se aprende, leva a uma união do conteúdo” (C41: Aluno)

“... o método é interessante, vemos diferentes ideias ao mesmo tempo.” (C42: Aluno)

“Aprendemos mais, com mais facilidade e a aula se torna mais interessante, diferente da monotonia de estudar conteúdos isolados” (C43: Aluno)

“... a problematização permite a integração de diversos conteúdos ou até diferentes disciplinas, contribuindo para o estudante correlacionar fatos e compreender o assunto como um todo, sem fragmentá-lo.” (C44: Tutor)

“É um tema que relaciona vários assuntos e a problematização facilita o aprendizado desses diversos tópicos de maneira integrada.” (C45: Tutor)

3.8 – Os benefícios de atividades práticas, vídeos e aula dialogada:

É comum o uso de quadro negro e livro didático nas salas de aula, no entanto, alguns conteúdos são muito abstratos e dificilmente compreendidos por tais recursos didáticos. Desta forma, é necessário explorar outras metodologias de ensino, e os recursos audiovisuais, imagens,

práticas e afins podem atender as limitações encontradas em aulas simplesmente expositivas (Cunha; Cunha & Domingues, 2016; Silva, 2014).

É mais fácil se lembrar de imagens do que de exposições verbais, desta forma os recursos visuais auxiliam no processo de aprendizado (Martins; Gouvêa & Piccinini, 2005). Os recursos audiovisuais, por explorar dois canais (som e vídeo), potencializam o aprendizado, pois a construção do conhecimento é mais eficaz do que quando apenas um canal é utilizado (texto, som ou apenas imagem) (Cunha; Cunha & Domingues, 2016). Além disso, o som e a imagem fazem parte do mundo moderno, estando presentes intensamente no cotidiano das pessoas. Os vídeos apresentam algumas vantagens, como simular experiências que não podem ser realizadas por serem perigosas ou inviáveis, ou ainda apresentar cenários que alunos não conhecem por estarem longe de sua realidade (Morán, 1995).

Silva (2014) ministrou aulas práticas e teóricas de Biologia para alunos do ensino médio e os avaliou após cada metodologia utilizada, mostrando que após aulas práticas houve aumento significativo no número de acertos nas avaliações de aprendizado em comparação às aulas teóricas. As aulas práticas mostram aos alunos como a ciência está presente em situações cotidianas, explicando fenômenos naturais, reações que acontecem em nosso corpo ou até aspectos sociais (Lima & Teixeira, 2014). Além disso, atividades experimentais são formadas por atributos que despertam interesse e curiosidade nos alunos, tais como caracteres táteis, visuais e sonoros (Silva, 2014).

Os estudantes atendidos por esta ação de extensão sempre sugeriram que mais práticas fossem realizadas, principalmente naqueles tutoriais em que não eram desenvolvidas atividades experimentais. Outros relatavam sua percepção do conteúdo ensinado com base na experiência vivenciada na aula prática. Em alguns casos, as experiências práticas desenvolvidas nos colégios foram transformadoras, direcionando a escolha da profissão desses alunos.

Muitos sugeriram que nós fizéssemos práticas nos tutoriais que apenas abordam a problematização (C46-C47):

“Levar os alunos a campo e fazer pesquisa.” (C46: Aluno)

“... nos mostrar de forma prática os conteúdos teóricos.” (C47: Aluno)

Outros alunos mostraram-se entusiasmados com as atividades práticas desenvolvidas (C48-C52):

“Maior quantidade de práticas, como bactérias no microscópio.” (C48: Aluno)

“Eu particularmente gosto muito de aulas práticas e diferentes (pôr a mão na massa).” (C49: Aluno)

“Gostei muito de saber como são as bactérias nos microscópios e aprender tudo sobre a coloração de Gram.” (C50: Aluno)

“Podemos ver o que estudamos na prática” (C51: Aluno)

“... conheci vários microrganismos e aprendi muito na prática.” (C52: Aluno)

Os professores relataram a vantagem ao se utilizar práticas nas aulas de biologia (C53-C55):

“Desperta nos alunos a curiosidade e o prazer da aula prática.” (C53: Professor)

“Desperta o interesse pela pesquisa, o que favorece a autonomia do aluno.” (C54: Professor)

“Achei as aulas ótimas e os alunos também gostaram. Alguns alunos me relaram que querem fazer Biologia, pois se encantaram com a aula prática.” (C55: Professor)

Além disso, unir atividade prática, exposição de vídeo e diálogo, como feito nesta ação de extensão, é importante porque explora diversos recursos didáticos, aumentando as chances de um conteúdo ser aprendido, pois a pluralidade metodológica oferece uma maior retenção de informações. Os comentários abaixo relatam essa temática (C56-C61):

“Com vídeos, aulas práticas e bate papo ajuda o desempenho do aprendizado” (C56: Aluno)

“... facilita entender o assunto e não fica aquela aula entediante” (C57: Aluno)

“Gostaria de mais experimentos, gostei das conversas, dos vídeos...” (C58: Aluno)

“Com esse método pude me aprofundar mais no assunto estudado, e assim aprender e conhecer conteúdos e o mundo microscópico que eu pouco conhecia.” (C59: Aluno)

“Recursos visuais (imagem/vídeo) e práticas despertam o interesse do aluno, ajudando-o a sedimentar o conteúdo abordado no problema e na fundamentação teórica. E as atividades práticas (laboratoriais, como a coloração com o kit de Gram) proporcionam a oportunidade de formular hipóteses, desenvolvendo o senso crítico do aluno.” (C60: Tutor)

“No caso da prática de coloração de Gram, o vídeo fornece informações adicionais que algumas vezes não podem ser passadas devido à falta de estrutura laboratorial escolar (falta de laboratório, falta de bico de Bunsen).” (C61: Tutor)

3.9 – Contribuições da ação extensionista para os tutores:

No PBL, o tutor não tem o controle das ideias que serão abordadas na aula, mas ele tem que saber com antecedência os objetivos de estudos para que possa mediar a discussão dos alunos sem se afastar do tema proposto (Borges et al., 2014). Apesar do papel do tutor não ser ativo, já que ele não atua transmitindo informações, o método faz com que este desenvolva habilidades que vão além do ato de ensinar, como relatado abaixo (C62-C63):

“O tutor deve saber conduzir a aula, tendo que ser criativo para não falar as respostas e conduzir os alunos para o caminho certo.” (C62: Tutor)

“O tutor não consegue planejar o que será discutido entre os alunos, pois estes direcionam a aula conforme suas dúvidas e conhecimentos prévios. Desta forma, o tutor acaba desenvolvendo algumas habilidades associadas ao improviso, tais como pensamento reflexivo e criatividade para integrar os conceitos/ideias/conhecimentos do grupo de alunos associando-os aos objetivos de estudo propostos no problema.” (C63: Tutor)

No Brasil, a utilização do PBL é mais voltada para o ensino superior, e ainda assim é mais frequente em cursos de Medicina, de forma que nem todo aluno de graduação tem contato com aulas baseadas em problematização, sendo formado pelo método expositivo convencional (Lopes et al., 2011). Quando questionados sobre as contribuições desta ação extensionista, muitos tutores relataram que tiveram contato com essa metodologia, pela primeira vez, nesta ação de extensão, além disso, alguns tiveram também o primeiro contato com a educação básica, conforme relatado a seguir:

“Como é uma metodologia que não fez muito parte da minha vivência como aluno, acho que o projeto me ajudou a aprender uma nova metodologia de ensino...” (C64: Tutor)

“A experiência de como funciona essa metodologia desde o princípio.” (C65: Tutor)

“Auxiliou na adaptação da escrita técnica para o público ao qual se destina; na seleção dos pontos a serem abordados no tutorial e também no aperfeiçoamento ao escrever um texto.” (C66: Tutor)

“Experiência com educação, contato com outro método de ensino para mim até então desconhecido, transmitir conhecimento e informações importantes de microbiologia (minha formação) para o público não acadêmico, etc.” (C67: Tutor)

3.10 – A Microbiologia para o ensino médio:

A Microbiologia é uma ciência que está amplamente presente em nosso cotidiano. De acordo com Madigan et al. (2010), essa ciência afeta todo o funcionamento da natureza, como segue a seguir:

“A microbiologia envolve a diversidade e a evolução, sobre o modo como diferentes tipos de micro-organismos surgiram e o porquê disso. Envolve também o estudo do que os micro-organismos realizam no mundo como um todo, nos solos e nas águas, no corpo humano e em animais e vegetais. De uma forma ou de outra, os micro-organismos afetam todas as demais formas de vida na Terra; sendo assim, podemos pensar na microbiologia como a base das ciências biológicas.” (MADIGAN et al., 2010, p.2)

Segundo a Teoria de Aprendizado de Ausubel, é importante valorizar o conhecimento prévio, correlacionando-o ao conteúdo abordado em sala de aula. Se a informação nova não for interligada a algo já conhecido, Ausubel considera essa aprendizagem mecânica (Pelizzari et al., 2002).

Para construção do conhecimento escolar deve-se aproximar o conhecimento científico ao cotidiano. A microbiologia é importante na formação do cidadão mais consciente em relação à higiene pessoal, saúde, meio ambiente e diversos aspectos de sua vida; além disso, a educação básica tem o papel de desmistificar o conceito errado de que microrganismos só são maléficos, pois eles podem estar presentes em diversas áreas essenciais do nosso cotidiano, tais como alimentícia, farmacêutica e agrícola (Ferreira, 2010; Kimura et al., 2013; Romeiro; Sousa & Oliveira, 2016).

É importante que o professor reconheça e identifique o que os alunos já sabem sobre o assunto, pois é por meio dos conhecimentos prévios, corretos ou alternativos, que a nova construção se torna eficaz e permanente. Todos os tutoriais elaborados nesta ação extensionista estão associados com o nosso cotidiano, e podem ser utilizados como “gatilho” no processo de ensino-aprendizagem com valorização do conhecimento prévio. Por exemplo, a temática “eutrofização” é abordada por meio de uma situação-problema envolvendo um produtor rural que se depara com o lago, utilizado para suprir o fornecimento de água para sua propriedade, em estado deploravelmente poluído; além disso, no mesmo problema, a “biorremediação” é introduzida como estratégia para recuperar o lago eutrofizado. Já o tema “metabolismo microbiano” é abordado com uma situação-problema que envolve a utilização de microrganismos para a produção de alimentos e energia, que são indispensáveis no nosso dia a dia. O tutorial de ciclos biogeoquímicos mostra a importância da manutenção do equilíbrio ecológico, por meio de uma problematização que aborda os malefícios dos fertilizantes químicos e a utilização de microrganismos fixadores de nitrogênio como fertilizante natural. Os exemplos acima mostram que o material didático desenvolvido por nossa equipe, além de utilizar situações presentes no dia a dia de qualquer pessoa, aborda os conteúdos de maneira integrada e conscientizadora. Os relatos de tutores que vêm a seguir ilustram essa temática (C68-C69):

“A microbiologia está presente na vida das pessoas desde o nascimento até a morte. A microbiologia está presente no dia a dia das pessoas, em alimentos, bebidas, remédios, doenças, benefícios e malefícios para o

ser humano. Apesar de já fazer parte da vida de todos, a maioria não enxerga o que está a sua frente devido à falta de informação de qualidade. Dessa forma, trabalhar com o tema microbiologia no ensino médio dará uma nova visão sobre as situações diárias, além disso, conscientiza os alunos e por esses a população sobre os cuidados necessários com relação a doenças causadas por microrganismos.” (C68: Tutor)

“Esse projeto é uma maneira interessante e funcional para a difusão do conhecimento da microbiologia para a comunidade.” (C69: Tutor)

4 – Considerações finais:

Quando o aprendizado é sem atribuição de significados, torna-se mecânico, não atingindo alto nível cognitivo (Pelizzari et al., 2002). Os dados são apenas dados, mas quando estes são organizados se transformam em informações temporárias. A informação em si não é conhecimento; mas se ela estiver relacionada a algo, passa a ser conhecimento. E o conhecimento é muito particular, sendo o sujeito considerado responsável pela construção do seu próprio conhecimento, realizado apenas quando há atribuição de significados. Adicionalmente, os diversos fatores da cognição abordados na metodologia PBL, favorece o sujeito realizar julgamentos e tomar decisões (Pelizzari et al., 2002; Xavier & Costa, 2010), pois o aluno precisa levantar hipóteses e fazer questionamentos para resolver as situações-problema (Nkhoma et al., 2016).

A aula expositiva é unidirecional, ou seja, é baseada no aluno passivo que recebe a informação transmitida pelo professor, e caracteriza-se como um método de ensino que diminui as chances do aluno chegar a alto nível cognitivo. Transmitir informação não é suficiente no processo de ensino-aprendizagem, pois o acúmulo de informação não faz o aluno atribuir significados e conseqüentemente aprender o conteúdo. É mais difícil os alunos transformarem a informação em conhecimento após uma aula expositiva, pois há baixo nível de interação entre aluno e objeto de estudo; portanto, é importante aderir outros métodos que possibilitem ao aluno o desafio de transformar, aprimorar e atualizar o conhecimento prévio (Vasconcellos, 1992).

A sala de aula é heterogênea, e uma única metodologia não atende a todos e nem é adequada para qualquer conteúdo. Para garantir o aprendizado, as estratégias pedagógicas devem ser diversificadas, tais como aulas práticas, trabalhos em grupos, trabalhos individuais, aulas expositivas, discussões, textos, imagens, vídeos, jogos, entre outros (Cunha; Cunha & Domingues, 2016). As aulas ministradas por nossa equipe de extensão abordaram três estratégias pedagógicas, tais como situações-problemas, atividades práticas e recursos audiovisuais, com o intuito de proporcionar ao aluno maior experiência com o objeto de estudo.

A metodologia dialética baseada na resolução de problemas foi aceita pela maioria dos alunos e professores de ensino médio que participaram deste trabalho, pois seus relatos refletiram entusiasmo com método de ensino não usual, no qual o aluno participa como protagonista. As atividades práticas sempre foram motivadoras, em nenhum caso, aluno e professor, reprovaram esse recurso didático, já que os relatos foram sempre positivos. Os tutores, considerando que para a maioria este foi o primeiro contato com a metodologia, mostraram-se receptivos aos métodos alternativos de ensino, e concordam que também favorece a formação e capacitação de futuros professores para trabalhar com ciência de maneira dialética e reflexiva.

Toda metodologia tem suas limitações, por isso o ideal é realizar uma junção de recursos didáticos para que tais falhas sejam reparadas (Cunha; Cunha & Domingues, 2016). O método PBL exige o comprometimento do aluno, quando este não realiza o estudo individual, acaba prejudicando o próprio aprendizado; no entanto, isso não é motivo para desqualificar um sistema pedagógico que exige mais autonomia do estudante, para que haja aprendizado significativo, é necessário haver estudo e processo mental em qualquer metodologia de ensino (Garner, 2007).

Para implementação do PBL na rede básica de ensino, devem acontecer algumas modificações no sistema educacional, tais como capacitação de alunos e professores para utilizar o PBL, investimentos em recursos materiais (bibliotecas, laboratórios, recursos de informática, entre outros) que serão disponibilizados aos estudantes que devem ser autônomos na busca de conhecimento (Borges et al., 2014). Apesar da implementação do método PBL exigir estas modificações, com este trabalho de extensão demonstramos a viabilidade da implantação do método com auxílio de material didático desenvolvido para esta finalidade, sendo possível o professor adotar esta metodologia ativa em sala de aula, estimulando a cultura da leitura, do diálogo e do comprometimento com o autoaprendizado.

Sendo assim, a problematização e as atividades práticas têm potencial de despertar o interesse do aluno para aprender a aprender, contribuindo para a formação de cidadãos e profissionais que se posicionam criticamente para melhorar a sociedade em que estão inseridos. Além do mais, este trabalho de extensão despertou o interesse dos alunos para temas associados à microbiologia, formando indivíduos mais conscientes quanto ao papel dos microrganismos não apenas no desenvolvimento de doenças, mas também na saúde, na produção de alimentos, medicamentos e vacinas, e na preservação do meio ambiente.

Referências bibliográficas

- Adams, F. W.; Alves; S. D. B.; Santos; D. G. & Nunes; S. M. T. (2016). Contribuições de aulas contextualizadas para a formação crítico/reflexiva de alunos da educação básica. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 7 (3), 1–17.
- Adeyemi, D. A. (2010). Justification of a Multidisciplinary Approach to Teaching Language in Botswana Junior Secondary Schools. *The Journal of Language, Technology & Entrepreneurship in Africa*, 2 (1), 8–20.
- Anjos, A. C.; Rocha, F. B.; Silva, K. J.; Rodrigues, R. F. & Santos, V. A. (2013). *A utilização do lúdico no ensino de microbiologia na Educação Básica: um relato de experiência*. Encontro de Inovação Tecnológica e Ensino de Ciências – PI, Picos: 2013. Anais... Piauí: IFPI, p.13-15.
- Barron, B. & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning. Acesso em 15 nov., 2016., <https://www.edutopia.org/pdfs/edutopia-teaching-for-meaningful-learning.pdf>.
- Borges, M. C.; Chachá, S. G. F.; Quintana; S. M.; Freitas; L. C. C. & Rodrigues; M. L. V. (2014). Aprendizado baseado em problemas. *Medicina*, 47 (3), 301–307.
- Brasil (2013). Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Acesso em dez., 2016 6, <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>.
- Choi, E.; Lindquist, R. & Song, Y. (2014). Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning. *Nurse Education Today*, 34 (1), 52–56.
- Cunha, M. M; Cunha, S. N. & Domingues, A. S. O. L. (2016). Contribuição dos textos, imagens, recursos audiovisuais, mapas conceituais e jogos eletrônicos no processo de explicação de conteúdos. Acesso em nov., 2016, <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/1921>.
- De Souza, R. W. L. (2014). Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. *REB*, 7 (2), 124–142.

- Douglas, S. (2012). Student engagement, problem based learning and teaching law to Business students. *e-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, 6 (1), 33-47.
- Ferreira, A. F. (2010). *A importância da microbiologia na escola: uma abordagem no Ensino Médio*. Monografia (Graduação), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Garner, B. K. (2007). Cognitive Structures: What They Are and Why They Matter. In: _____. *Getting to Got it! Helping Struggling Students Learn how to Learn*. Virginia: ASCD.
- Hung, W. (2016). All PBL Starts Here: The Problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10 (1).
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio. (2016). *IDEB - Resultados e metas*, 2016. Recuperado em nov. 2016, de <http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultadoBrasil.seam?cid=4026037>
- Kimura, A. H.; Oliveira, G. S.; Scandorieiro, S.; Souza, P. C.; Schuruff, P. A.; Medeiros, L. P.; Bodmar, G. C.; Sarmiento, J. J. P.; Gazal, L. E. S.; Santos, P. M. C.; Koga, V. L.; Cyويا, P. S.; Nishio, E. K.; Morey, A. T.; Tatibana, B. T.; Nakazato, G. & Kobayashi, R. K. T. (2013). Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. *Revista Conexão UEPG*, v. 9 (2), 254–267.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: EdUSP.
- Kwak, D. J. (2008). Critical thinking, education, and postmodernity: Possibilities and limitations for moral education. *Asia Pacific Education Review*, 9 (2), 127–135.
- De Leon, L. B. & Onófrío, F. Q. (2015). Aprendizagem Baseada em Problemas na Graduação Médica – Uma Revisão da Literatura Atual. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 39 (4), 614–619.
- Lima, K. E. C. & Teixeira, F. M. (2014). Sentido e entendimentos sobre experimento e experimentação para o ensino das ciências. *Revista da SBEnBIO*, 7, 4528–4539.
- Lopes, R. M.; Silva, M. V.; Marsden, M; Alves, N. G. (2011). Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. *Química Nova*, 34 (7), 1275–1280.
- Loyens, S. M. M.; Rikers, R. M. J. P. & Schmidt, H. G. (2006). Students' conceptions of constructivist learning: A comparison between a traditional and a problem-based learning curriculum. *Advances in Health Sciences Education*, 11 (4), 365-379.
- Madigan, M. T.; Martinko, J. M.; Dunlap, P.V. & Clark, D. P. (2010). *Microbiologia de Brock*. Porto Alegre: Artmed.
- Martins, I.; Gouvêa, G. & Piccinini, C. (2005). Aprendendo com imagens. *Ciência e cultura*, 57 (4), 38–40.
- Morán, J. M. (1995). O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação*, 2, 27–35.
- Moutinho, S.; Torres, J. & Vasconcelos, C. (2014). Aprendizagem baseada em problemas e ensino expositivo: um estudo comparativo. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 4, (1), 15–31.

- Nkhoma, M., Lam, T., Richardson, J., Kam, K., & Lau, K. H. (2016). Developing case-based learning activities based on the revised Bloom's Taxonomy. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)*, 85-93.
- Paraná (2008). Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Biologia. Acesso em dez., 2017, http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_bio.pdf.
- Pelizzari, A.; Kriegl, M. L.; Baron, M. P.; Finck, N. T. L. Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Psicologia Educação e Cultura*, 2 (1), 37-42.
- Petress, K. C. (2004). The benefits of group formation. *Education*, 124 (4).
- Romeiro, S. S.; De Sousa, L. F. & Oliveira, L. S. (2016). Microbiologia: uma abordagem através de aulas práticas/experimentais. *Ciência & Tecnologia: FATEC-JB*, 8.
- Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (2016). *Museu da Microbiologia oferece atividades lúdicas e exposição biológica para alunos*. Recuperado em out. 2016, de <http://www.educacao.sp.gov.br/noticias/museu-da-microbiologia-oferece-atividades-ludicas-e-exposicao-biologica-para-alunos>
- Silva, R. G. (2014). Aulas práticas: uma ferramenta didática no Ensino de Biologia. *Arquivos do MUDI*, 18 (3), 29-38.
- Da Silva, J. L. L.; De Assis, D. L. & Gentile, A. C. (2005). A percepção de estudantes sobre a metodologia problematizadora: a mudança de paradigma em relação ao processo ensino-aprendizagem. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 7 (1), 72–80.
- Sims, E. (2013). *The Modern Language Classroom: Individuality, Technology, and Context*. Acesso em 5 dez., 2016, <http://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1348&context=gradreports>.
- Smolka, M. L. R. M.; Gomes, A. P. & Siqueira-Batista, R. (2014). Autonomia no Contexto Pedagógico: Percepção de Estudantes de Medicina acerca da Aprendizagem Baseada em Problemas. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 38 (1), 5–14.
- Souza, S. C. & Dourado, L. (2015). Aprendizagem Baseada Em Problemas (ABP): Um Método De Aprendizagem Inovador Para O Ensino Educativo. *Holos*, 31 (5), 182–200.
- Strobel, J. & Van Barneveld, A. (2009). When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-Analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3 (1), 44-58.
- Tortora, G. J.; Funke, B. R. & Case, C. L. (2012). *Microbiologia*. Porto Alegre: Artmed.
- Vasconcellos, C. S. (1992). Metodologia Dialética em Sala de Aula. *Revista de Educação AEC*, Brasília, 21 (83).
- Xavier, R. C. M. X. & Da Costa, R. O. (2010). Relações mútuas entre informação e conhecimento: o mesmo conceito? *Ciência da Informação*, 39 (2), 75–83.