

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UM MÉTODO DE APRENDIZAGEM ATIVA

Ivete Ana Schmitz Booth – iasbooth@ucs.br
Laurete Zanol Sauer – lzsauer@ucs.br
Valquíria Villas-Boas – vvillasboas@yahoo.com

INTRODUÇÃO

Com certeza, você já se perguntou:

- Se as aprendizagens alcançadas por seus estudantes estão à altura dos esforços que você realiza para ensinar bem!
- Por que alguns estudantes não parecem espontaneamente motivados pelos assuntos que interessam a você?
- Por que um grande número de estudantes parece estudar “para a prova” ao invés de estudar para adquirir uma compreensão profunda dos assuntos tratados?
- Por que as aprendizagens alcançadas, aparentemente, não parecem duráveis?
- Por que certos estudantes não parecem capazes de compreender conceitos relativamente simples e de aplicá-los em situações diferentes daquelas ilustradas na disciplina (ao passo que esta situação não é problema algum para outros estudantes)?
- Por que os resultados das avaliações lhe deixam de tão mau humor?

Se este tipo de perguntas lhe tira o sono, talvez você tenha chegado à conclusão de que não se deve de forma alguma culpar os estudantes, mas, sim, se perguntar sobre as estratégias e métodos de ensino e aprendizagem que estão sendo promovidos nas disciplinas nas quais

você atua. Uma possível solução para os seus questionamentos pode ser encontrada nas estratégias e métodos de aprendizagem ativa.

Já há algum tempo, um considerável número de educadores de diferentes áreas, em diferentes níveis educacionais, e em diferentes lugares do mundo, tem investido em estratégias e métodos de aprendizagem ativa uma vez que eles auxiliam na motivação e no desenvolvimento da autonomia dos estudantes podendo promover uma aprendizagem de qualidade, e levando à ocorrência de uma aprendizagem significativa.

As estratégias e métodos de aprendizagem ativa colocam o estudante como principal ator dos processos de ensino e aprendizagem levando à ocorrência de aprendizagens mais profundas e duráveis. Essas aprendizagens têm mais sentido e com isso podem promover um maior engajamento do estudante em seu processo de aprendizagem. As estratégias e métodos de aprendizagem ativa também auxiliam o estudante a desenvolver sua iniciativa, seu senso crítico e sua capacidade de trabalhar em equipe. Com a aplicação dessas estratégias e métodos, não se pretende “encher” a cabeça dos estudantes com informações, mas sim proporcionar a eles um ambiente de aprendizagem bem estruturado, que lhes permita “aprender a aprender” e, ao mesmo tempo, construir conhecimento e desenvolver habilidades e atitudes necessárias para atuar com competência no século 21.

Nesse contexto, utilizando estratégias e métodos de aprendizagem ativa, ou seja, por meio de atividades baseadas em projetos, colaborativas e centradas em soluções de problemas, os estudantes desempenham um papel vital na criação de novos conhecimentos que podem ser aplicados às diversas áreas acadêmicas e profissionais (BONWELL e EISON, 1991; GLICKMAN, 1991; FAUST e PAULSON, 1998; PRINCE e FELDER, 2006; FELDER e BRENT, 2009; BEAN, 2011; DRAKE e BATTAGLIA, 2014).

Mas aí vem outra pergunta: qual estratégia e/ou método de aprendizagem ativa que pode levar à ocorrência de uma aprendizagem significativa?

A resposta a essa pergunta é ampla, pois existem várias estratégias e métodos de aprendizagem ativa que podem levar à ocorrência de uma

aprendizagem significativa, sendo o mais popular deles a PBL, do inglês *Problem based Learning* ou *Project based Learning*.

Neste texto, decidimos focalizar na discussão do método *Problem based Learning*, que, deste ponto em diante, será referida em português por "Aprendizagem baseada em Problemas", porém mantendo a sigla PBL, como é usualmente conhecido. A PBL é um método de aprendizagem ativa, centrado no estudante, que visa levá-lo a aprender sobre o assunto no contexto de problemas reais, complexos e multifacetados (GRAAFF e KOLMOS, 2007). Trabalhando em equipe, os estudantes podem identificar o que já sabem, o que precisam saber e como e onde acessar as novas informações necessárias à resolução do problema. O papel do professor é o de facilitador da aprendizagem, proporcionando condições adequadas ao processo, fazendo perguntas de sondagem, fornecendo os recursos apropriados, e conduzindo as discussões em classe, bem como planejando as avaliações dos estudantes. A PBL difere dos métodos educacionais convencionais especialmente por ter como objetivo principal a aprendizagem significativa do estudante que é sujeito ativo neste processo. Seu propósito é potencializar o desenvolvimento de competências essenciais para o sucesso do futuro profissional.

Nos ambientes de trabalho do século 21, o sucesso requer mais do que conhecimento e habilidades básicas. Com a PBL, os estudantes não só compreendem o conteúdo mais profundamente, mas também aprendem a assumir responsabilidades, a construir confiança, a resolver problemas, a trabalhar em colaboração, a comunicar ideias, a serem inovadores e criativos (SAVIN-BADEN e HOWELL-MAJOR, 2004).

Neste capítulo são apresentados alguns fundamentos da PBL, o método de aprendizagem ativa utilizado na concepção das oficinas do projeto PETROFUT.

ASPECTOS HISTÓRICOS

Ensinar por meio de problemas é uma prática que existe há muito tempo (WANG et al., 2008). William H. Kirkpatrick introduziu as primeiras ideias sobre a Aprendizagem baseada em Projetos nos Estados Unidos em 1918, mas se referiu a ela como Método de Projeto e descreveu-a como um "ato intencional e entusiasta" assumido pelos

estudantes. A importância da motivação na concepção do projeto pode ser vista na visão educacional pela qual Kirkpatrick é mais comumente conhecido - "Aprendemos o que vivemos". Ele acreditava que o processo de aprendizagem era potencializado por meio do uso de letramento em contextos autênticos e do mundo real, abrangendo estudo interdisciplinar, que ele afirmou reforçaria o conhecimento prévio, bem como, em última análise, melhoraria o desempenho acadêmico. Esta convicção na importância de aprender fazendo foi explorada por Dewey, que destacou o valor da aprendizagem experiencial - que se baseia na aprendizagem construtivista frequentemente associada ao trabalho de Vygotsky (SISSON & SISSON, 2015).

A origem da Aprendizagem baseada em Problemas (PBL) remonta a 1920. Celestin Freinet (CLANDFIELD & SIVELL, 1990), um professor de escola primária, voltou ferido da Primeira Guerra Mundial. Ele se viu incapaz de falar e de ensinar na frente de uma classe por longos períodos de tempo. Seus ferimentos obrigaram-no a buscar um novo método que lhe permitisse continuar suas atividades profissionais de forma satisfatória. Nesse contexto, ele estabeleceu uma prática, na qual os estudantes tiveram um papel ativo na sua aprendizagem. Os pilares dessa prática eram as principais características da PBL, quais sejam: habilidades de comunicação, aprendizagem cooperativa, autorresponsabilidade e a autoavaliação do processo de aprendizagem.

Por sua vez, a história moderna da PBL começou em 1960, quando diversas escolas usaram métodos semelhantes. Os créditos para a introdução do primeiro currículo baseado na PBL pertencem à Escola de Medicina da Mc Master University, no Canadá, que teve início em 1969 (NEUFELD e BARROWS, 1974; LEE e KWAN, 1997) com o objetivo de promover o engajamento dos estudantes em sua aprendizagem. A partir dos casos clínicos apresentados pelos professores, os estudantes construíam seu próprio conhecimento buscando respostas para os casos apresentados. O primeiro currículo europeu baseado na PBL foi introduzido em 1974 na Escola de Medicina da Universidade de Maastricht. Hoje, a PBL é amplamente difundida em diferentes áreas do ensino superior (BARROWS, 1996; SCHWARTZ, WEBB e MENNIN, 2001; RIBEIRO, 2005; SAVERY, 2006; GRAAFF e KOLMOS, 2007; HUNG, JONASSEN e LIU, 2008; KWAN, 2009; ALBANESE, 2010; ALLEN, DONHAM e BERNHARDT, 2011) e também em algumas escolas de educação básica

(GALLAGHER & STEPIEN, 1996; MAXWELL, BELLISIMO e MERGENDOLLER., 2001; TORP & SAGE, 2002; GOODNOUGH & CASHION, 2006; ERTMER et al., 2009; LOU et al., 2011; NARIMAN & CHRISPEELS, 2016).

FUNDAMENTOS DA PBL

De acordo com Savin-Baden e Howel-Major (2004), a aprendizagem baseada em problemas pode ser entendida como uma combinação de teorias cognitivistas, como as propostas por Tolman, Kofka, Kohler, Lewin, Piaget, Ausubel e Bruner. Tais autoras argumentam que toda nova informação deve ser apoiada em conhecimentos prévios e, portanto, a estrutura cognitiva do estudante é a principal variável para a ocorrência de uma aprendizagem significativa. Assim, vários autores, consideram a PBL um método com grande potencial para promover a construção de novos conhecimentos, que se relacionam aos conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante (JONES et al., 2013; EDSTRÖM e KOLMOS, 2014). Por outro lado, Savin-Baden & Howel-Major (2004) destacam que, com uma boa compreensão da teoria de Vygotsky, é possível entender o papel da interação social na PBL. Desta forma, as autoras argumentam que uma aprendizagem eficaz pode ser alcançada por meio de desafios, com o cuidado de não ultrapassar a capacidade do estudante, o que Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY et al., 1980).

A base conceitual da PBL tem origem no pensamento filosófico de John Dewey, que acreditava que a educação começa com a curiosidade do aprendiz (DESLILE, 1997; SAVERY, 2006). Dewey também entendia que a educação deve considerar, no processo de formação, a formulação explícita dos problemas de disposições mentais e morais em relação às dificuldades da vida social contemporânea. Por isso, para a conquista de seus propósitos educacionais, a PBL não descarta a pertinência de aulas “convencionais”. Entretanto, a sua principal dinâmica ocorre a partir da discussão dos problemas, que é responsável pelo desenvolvimento dos estudos sobre um tema específico do currículo.

Conforme Ribeiro e Mizukami (2004) há diferentes maneiras de se implementar PBL, porém em todas elas há um conjunto de atividades

que partem da apresentação de um problema aos estudantes, que organizam suas ideias em equipe, procurando compreendê-lo e solucioná-lo com o conhecimento que já possuem. A seguir, destacam questões com base no que não compreenderam e planejam uma distribuição de tarefas visando esclarecê-las. Na sequência, compartilham as informações encontradas com a equipe, integrando os novos conhecimentos e relacionando-os com o contexto do problema. Finalmente, realizam sua autoavaliação e a avaliação dos colegas e do processo vivenciado.

Para que uma aprendizagem significativa possa ocorrer, é necessário investir em ações que potencializem o engajamento do estudante em seu processo de aprendizagem, o que se traduz, por exemplo, no empenho em estabelecer relações entre seus conhecimentos prévios sobre um assunto e o que está aprendendo sobre ele (AUSUBEL, 2003). Diante desse contexto, parece que a PBL pode ser um caminho viável para ampliar a concepção de ensinar e de aprender, compreendendo que ensinar envolve ações para produção de conhecimentos significativos. Assim, os processos de ensino e aprendizagem, coerentes com este método, necessitam estar focados cada vez mais nas ações dos estudantes em situações que favoreçam a interação, a colaboração, a troca de conhecimentos e o desenvolvimento da aprendizagem fundamentada no fazer e compreender com consciência das ações cognitivas (PIAGET, 1978).

De acordo com Ausubel (2003) e Moreira (2011), a aprendizagem é entendida como significativa quando o indivíduo constrói um novo conhecimento por meio de relações com a estrutura dos conhecimentos já incorporados. Nesse sentido, entende-se como aprendizagem aquela resultante de processos mentais decorrentes da modificação, relacionamento e complementação de conhecimentos pré-existentes. A função de conhecimentos pré-existentes é a de dar significado e âncoras para novos conhecimentos e assim sucessivamente.

Para Ausubel (2003) a aprendizagem significativa resulta de um processo de ensino no qual o professor cria condições para o estudante interagir utilizando objetos de aprendizagem, materiais diversos, desafios, problemas, experimentos e mecanismos de ensino potencializadores de aprendizagem, buscando um maior envolvimento do estudante no processo. O autor condiciona a ocorrência de uma

aprendizagem significativa à potencialidade dada não somente pelo uso de material significativo, mas, também, dada pelo desenvolvimento de processos ou mecanismos de ensino, pelo comprometimento e pelo envolvimento do estudante e de sua equipe.

No contexto de uma aprendizagem baseada em problemas, o professor planeja ações que visem compartilhar com o estudante a responsabilidade junto ao processo de ensino e aprendizagem. Nas diversas ações planejadas, a flexibilidade da estrutura de um problema assume um papel relevante. Com a característica da flexibilidade os problemas permitem a inserção em seu enunciado de questões ou questionamentos com dimensões diferenciadas: objetivos de ensino, relacionados aos objetivos de curso, atividades experimentais, contextualização sociocultural, dentre outros. Essas ações são estratégicas para desenvolver novas habilidades com o objetivo de tornar o ensino um instrumento que aproxime o conhecimento existente das habilidades necessárias para que o estudante possa ter competência para atender, com qualidade, às necessidades da sociedade.

COMO IMPLEMENTAR PBL

A implementação do método de aprendizagem baseada em problemas apresenta algumas características específicas dependendo do autor. Para Barrows (1986) a expressão aprendizagem baseada em problemas deve ser considerada de forma genérica, entendendo que há várias formas de implementação, com características diferenciadas em termos de questões tais como: tipos de problema, métodos de avaliação, autonomia dos aprendizes e o modo pelo qual o ensino e a aprendizagem ocorrem.

Barrows e Boud (apud SAVIN-BADEN & HOWELL-MAJOR, 2004) destacam três aspectos estruturadores a todos os ambientes de aprendizagem fundamentados na PBL, a saber:

- características essenciais: a organização do currículo em torno de problemas ao invés de disciplinas, um currículo integrado e uma ênfase em habilidades cognitivas;
- condições facilitadoras: pequenas equipes, instruções tutoriais e

estratégias de aprendizagem ativa;

- resultados: desenvolvimento de habilidades e motivação, junto com o desenvolvimento da habilidade de aprendizado ao longo da vida.

Experiências de utilização de PBL têm sido realizadas e reportadas com características diferenciadas. Para Barrows e Tamblyn (BARROWS e TAMBLYN, 1980; BARROWS, 1986), a implementação da PBL deve contemplar as seguintes características:

- os estudantes, em pequenas equipes, exploram uma situação problema e através desta exploração examinam as lacunas em seus conhecimentos e habilidades, a fim de decidir quais informações eles precisarão adquirir para resolver ou lidar com a situação que lhes foi apresentada;
- tal situação é representada por um problema complexo, que descreve alguma situação real, não admitindo somente uma resposta “correta”;
- para resolvê-lo os estudantes se aprofundam no entendimento do mesmo e procuram identificar novas lacunas de conhecimento a serem preenchidas, a fim de desenvolver propostas viáveis para intervir no problema;
- os professores envolvidos na implementação da PBL agem como facilitadores, providenciando condições que subsidiem a autoaprendizagem dos estudantes.

Por outro lado, Boud (1985) merece destaque dentre os pioneiros a utilizar a PBL. Ele propôs o uso da PBL com as seguintes características:

- a influência da natureza da disciplina e os objetivos do programa;
- o papel central, que deve ser assumido pelo estudante;
- o reconhecimento da base da experiência dos estudantes;
- uma ênfase na responsabilidade dos estudantes pela própria aprendizagem;
- o cruzamento de fronteiras entre disciplinas;
- o entrelaçamento entre teoria e prática;

- o foco no processo ao invés do foco nos produtos de aquisição do conhecimento;
- uma mudança no papel do professor, de instrutor para facilitador;
- uma mudança no foco da avaliação dos resultados da aprendizagem pelo professor para autoavaliação do estudante e avaliação pelos pares;
- um foco na comunicação e habilidades interpessoais, ao propiciar que os estudantes, para relatar seu conhecimento, reconheçam a importância da habilidade de se comunicar com os outros, habilidade esta que está além de sua área de formação.

Assim, pode-se destacar que de fato a PBL é um dos métodos de aprendizagem ativa que faz da autoaprendizagem do estudante e da mediação do professor componentes centrais em sua implementação.

EM QUE CONSISTE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS?

A Aprendizagem baseada em Problemas pode ser entendida como um método pedagógico caracterizado por:

- ser uma abordagem dinâmica;
- utilizar problemas da vida real;
- fomentar o desenvolvimento de habilidades de solução de problemas;
- criar ambientes para a aprendizagem de conceitos fundamentais de áreas de conhecimento em questão;
- fomentar o desenvolvimento de pensamento crítico;
- apoiar-se na psicologia cognitiva;
- requerer uma mudança no papel de estudantes e docentes: os estudantes como sujeitos do próprio processo de aprendizagem e o professor atuando como mediador nesse processo;
- fomentar o trabalho em equipe;
- criar ambientes propícios para os estudantes compartilharem responsabilidades, administrarem situações de conflito, tomarem decisões e cooperarem na equipe para atingir um objetivo, por meio da

gestão adequada do tempo;

- expor os estudantes a pontos de vista alternativos;
- adaptar-se a diversos contextos educacionais.

No trabalho com a PBL, é importante levar em consideração aspectos como: conhecimentos prévios dos estudantes envolvidos, a serem ampliados e integrados aos novos conhecimentos no contexto do problema; a aprendizagem de conhecimentos de forma integrada e estruturada em torno de problemas reais; o desenvolvimento de habilidades para uma aprendizagem autônoma; a aprendizagem ativa, por meio de perguntas e buscas de respostas contemplando vários mecanismos de avaliação que possam favorecer atitudes reflexivas dos estudantes, conferindo-lhes segurança e iniciativa.

Além desses aspectos, Norman e Schmidt (1992), Schmidt (1993) e Regehr e Norman (1996) também enfatizam que a PBL ajuda a desenvolver a capacidade dos estudantes de acessar conhecimentos na memória, o que, segundo tais autores, depende de contextualização. O problema seria capaz de promover a elaboração de estruturas cognitivas que facilitariam a recuperação de conhecimentos relevantes quando estes forem necessários para intervir em problemas similares em novo contexto.

Levando em conta os aspectos já destacados da PBL é possível relacioná-los com algumas das características do método científico. Nesse sentido, Kaufman e Mann (2001) sinalizam a importância da PBL para a formação conceitual e investigativa de um futuro pesquisador além de promover o aprimoramento de suas habilidades comunicativas e interpessoais, necessárias à sua atuação. Salientam também que a PBL contribui para a formação de docentes para o ensino superior, e que a experiência com esse método poderia ajudar a sensibilizar estudantes para estratégias pedagógicas de aprendizagem ativa, como alternativa para substituir algumas aulas predominantemente expositivas.

ETAPAS DO MÉTODO PBL

A concepção de aprendizagem de Bruner e as fases de desdobramento da experiência de Dewey transparecem na PBL por meio da realização das seguintes etapas (DUCH, 1995; BARROWS, 2000):

- apresenta-se um problema aos estudantes. Em equipes organizam suas ideias e tentam solucioná-lo com o conhecimento que já possuem sobre o assunto. Isto possibilita que avaliem seus conhecimentos e compreendam a natureza do problema;
- por meio de discussões, os estudantes elaboram perguntas, chamadas de pontos ou questões de aprendizagem, sobre os aspectos do problema que não entendem. Estas questões são anotadas pela equipe. Os mesmos são continuamente motivados a definir o que sabem e o que não sabem a respeito do problema;
- os estudantes classificam, em ordem de importância, as questões de aprendizagem levantadas pela equipe e decidem quais serão investigadas por toda a equipe e quais podem ser delegadas e posteriormente compartilhadas com os demais estudantes da equipe. Os estudantes e o(s) professor(es) também discutem quais recursos são necessários para a investigação das questões de aprendizagem e onde podem ser encontrados;
- durante os encontros os estudantes analisam as questões dos conhecimentos prévios, integrando os novos conhecimentos no contexto do problema. Também são encorajados a elaborar uma síntese dos novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Eles continuam a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredem na resolução do problema. Os estudantes compreendem que a aprendizagem é um processo contínuo e que, provavelmente, sempre haverá questões de aprendizagem a serem exploradas;
- depois de terminado o trabalho com o problema, os mesmos avaliam a si mesmos e seus pares, de modo a desenvolver habilidades de autoavaliação e avaliação construtiva dos próprios colegas. A autoavaliação é uma habilidade essencial para uma aprendizagem autônoma eficaz.

O contexto da PBL pode ser compreendido, com base em dez etapas dinâmicas e estruturadoras descritas no Quadro 1 (apresentado abaixo). Estas etapas são flexíveis e podem ser iterativas¹.

¹ Processo iterativo é um processo que se pode repetir diversas vezes para se chegar a um resultado, e a cada vez gera um resultado parcial que será usado na vez seguinte.

Quadro 1: Etapas da PBL

Etapa	Dinâmica da Atividade	Foco
0	Mostra/problematização do contexto real	Sensibilização.
1	De acordo com o contexto inicial da problematização, seleção de um problema, a partir do qual os estudantes expressam suas curiosidades, experiências e dúvidas.	Sondagem/levantamento de possíveis problemas relacionados com o tema. Definição do problema.
2	Análise e ampliação de questões levantadas. Composição das equipes de trabalho, caracterização dos estudos e decisão das etapas a seguir.	Identificação sobre o que se quer aprender.
3	A equipe define o que e como irão realizar as consultas bibliográficas envolvendo as diferentes áreas de conhecimento.	Interação com o conhecimento existente.
4	A equipe relaciona o problema com outros contextos. Aprofunda ou realiza novas pesquisas.	Compreensão do processo / problema.
5	Momento de a equipe focar na unidade das disciplinas. Estudo de conteúdos conceituais. Discussão em equipe sobre o andamento do trabalho extraclasse.	Compreensão de conteúdos conceituais.
6	Elaboração de registros sintetizando os aspectos escolhidos. Revisão das etapas para o estudo.	Identificação do que foi aprendido.
7	Retomada ou aprofundamento de algumas questões. Momentos de decisão sobre o que ressignificar. Definição de novas ações para ampliação dos desempenhos.	Consolidação de aprendizagens.
8	Apresentação de novas propostas de trabalho às equipes. Síntese argumentativa de conteúdos conceituais e procedimentais sobre o problema-foco.	Ampliação de aprendizagens.
9	Autoavaliação e avaliação por pares	Metacognição e Conscientização

A PBL tem como dinâmica, a retomada contínua do problema, a revisão ou a identificação sobre o que o estudante sabe e o que necessita aprender. Para isso, a equipe dinamiza ações para a busca e a seleção de informações em diferentes fontes. Finalizam transpondo novos conhecimentos para ampliar a compreensão e a intervenção sobre o problema e posterior apresentação de resultados.

O NÚCLEO DA PBL: O PROBLEMA

Um problema é a base estruturadora na PBL e também cumpre nela muitas funções (DUCH, 1996). Segundo Barrows (1996), a função do problema na PBL é “aquilo que o torna coeso e o mantém no trilho”, considerando os elos desse processo. Os problemas são utilizados também para motivar, iniciar e focar a aprendizagem de conceitos de uma dada área de conhecimento.

Problemas na PBL definem conteúdos que serão estudados no processo. Um problema na PBL é aberto, ou seja, não comporta apenas uma solução adequada ou correta (RIBEIRO, 2005). De acordo com Powell (2000), o problema deve ser aberto para que o estudante possa contribuir para sua solução. Requer atividades ou tarefas concretas que simulem ou representem situações passíveis de serem encontradas pelos estudantes.

Para Albanese e Mitchell (1993), o problema na PBL deve ser real, ou potencialmente real, de forma que a adequação do gerenciamento afeta os resultados. Deve também ter um grau de complexidade condizente com os conhecimentos prévios dos estudantes, favorecer a interdisciplinaridade e cobrir uma área extensa de conteúdo, satisfazendo os objetivos de conhecimentos, habilidades e atitudes planejadas no currículo.

Vários autores elencam critérios para a escolha de problemas. Bridges & Hallinger (1998) entendem que um problema deveria atender aos seguintes critérios: prevalência, valor integrativo, valor prototípico, alto potencial de impacto, e fraca estruturação. O problema deve estar conectado com a prática profissional, abrangendo conceitos de várias disciplinas, oferecendo um bom modelo para estudo, envolvendo uma grande quantidade de pessoas e contemplando um emaranhado de questões e sub-questões.

Os problemas, na PBL, devem representar situações profissionais reais, ou seja, devem ser indefinidos, ter informações insuficientes e perguntas não respondidas. Para Barrows (1996), quanto menos estruturado o problema, maior a probabilidade de desenvolvimento de habilidades de resolução e/ou estudo autônomo para o estudante. Gallagher & Stepien (1998) definem problemas com fraca estruturação como sendo aqueles que requerem mais informações que as fornecidas, tanto para entendê-los, quanto para decidir quais decisões deverão ser tomadas para sua solução.

Segundo Gordon (1998) existem três categorias de problemas na PBL, quais sejam:

- Desafios acadêmicos – problemas que advêm da estruturação de conteúdos de uma área de estudo e, ainda que sejam utilizados principalmente para favorecer o entendimento de um assunto selecionado, servem também para desenvolver a capacidade de construir conhecimento e a habilidade de trabalhar em equipe;
- Cenários – problemas em que os estudantes assumem papéis condizentes com suas futuras atuações profissionais em contextos da vida real ou em cenários fictícios nos quais começam a se ver em papéis reais, na medida em que desenvolvem os conhecimentos e habilidades necessárias para serem bem sucedidos na escola e além desta;
- Problemas da vida real – problemas que requerem soluções reais por pessoas ou organizações reais e envolvem diretamente os estudantes na exploração de uma área de estudo, cujas soluções são potencialmente aplicáveis em seus contextos de origem.

A PBL não é um método estático e tem se modificado para se adaptar às necessidades de contextos educacionais variados. Além disso, a forma de apresentação dos problemas pode diferir, dependendo da área de conhecimento, do contexto de implantação e dos objetivos de aprendizagens, podendo ser apresentados em diferentes formas, tais como desafio, texto, vídeo, entrevista, ou com pessoas interessadas na solução de um determinado problema.

DIFERENTES ATORES E PAPÉIS EM PBL

A PBL prevê ações com características bem definidas nas atuações de estudantes e professores na condução do processo. Algumas características dessas atuações podem ser atribuídas a cada um dos atores, ou seja, professor e estudante. Considerando que a aprendizagem ocorre em um ambiente de apoio, colaboração e cooperação, são bem diferenciadas as atribuições dos professores e dos estudantes, em relação aos ambientes tradicionais de aprendizagem, nos quais o professor assume o papel de transmissor do conhecimento, em um trabalho praticamente isolado, do qual o estudante não toma parte, a não ser escutando (SAVIN-BADEN e HOWELL-MAJOR, 2004).

Na PBL os professores atuam como:

- facilitadores, orientadores, tutores, coaprendizes, mentores ou consultores profissionais;
- participantes de equipes que incluem outros membros da escola/universidade;
- elaboradores de problemas com fraca estruturação, delegando responsabilidades aos estudantes e selecionando conceitos que facilitam a construção de conhecimentos pelos mesmos;
- motivadores, auxiliando na identificação de problemas do mundo real, considerando as dificuldades dos estudantes;
- mobilizadores de mudança do panorama instrucional e avaliativo promovendo a utilização de novos instrumentos e critérios de avaliação e revisão por pares;
- valorizadores dos conhecimentos prévios dos estudantes, buscando encorajar iniciativas e delegar responsabilidades aos mesmos;
- desestimuladores da “resposta correta”, única, ajudando estudantes a formularem questões, equacionarem problemas, explorarem alternativas e a tomarem decisões adequadas;
- avaliadores do desempenho dos estudantes.

Nesse método é delegada ao estudante, a responsabilidade para assumir a própria aprendizagem, tornando-se aprendiz por toda a vida (BARROWS, 2000), uma habilidade relevante nos contextos de atuação

das áreas das Engenharias, dentre outras. De acordo com as contribuições de Woods (1996), assumir responsabilidade pela própria aprendizagem em um ambiente educacional de PBL significa vivência por parte dos estudantes, que estarão atuando com:

- responsabilidade pela aprendizagem, criando parcerias com colegas e professores;
- interação com os professores de modo a receber feedback imediato sobre o próprio desempenho com a finalidade de melhorá-lo continuamente;
- identificação, análise e resolução de problemas utilizando conhecimentos científicos já construídos, bem como experiências anteriores, ao invés de simplesmente lembrá-los;
- avaliação das próprias contribuições, além das de outros membros e da equipe como um todo;
- trabalho em equipe para resolver problemas;
- capacidade de aplicação do conhecimento em contextos variados, buscando construir novos conhecimentos e desenvolver habilidades relevantes à futura prática profissional.

O TRABALHO EM EQUIPE EM PBL

Na PBL, o estudante tem de aprender a trabalhar colaborativa e cooperativamente. Para tal, o professor divide os estudantes em equipes, tentando se certificar de que as mesmas serão as mais heterogêneas possíveis. Uma equipe é um dos fatores determinantes e mais importantes para o sucesso da PBL como um método de ensino.

As equipes são compostas por 6 a 8 membros, mas pode ter mais membros (10 a 12) dependendo da infraestrutura e dos recursos disponíveis. Uma equipe é composta pelos seus membros, por um líder, por um secretário e por um tutor. Geralmente, o tutor é o professor que está propondo a situação problema, mas também pode ser outros professores especialistas que estiverem disponíveis para participar do processo. Cada um dos componentes citados tem um papel definido a desempenhar, a fim de se ter uma equipe bem sucedida.

Todos os estudantes, membros das equipes, devem:

- Seguir as etapas do processo de PBL, tal como foi acordado;
- Participar efetivamente nas discussões;
- Ouvir e respeitar as contribuições dos outros;
- Compreender e pesquisar todos os objetivos de aprendizagem;
- Compartilhar informações dentro da equipe;
- Trabalhar colaborativa e cooperativamente para o sucesso da equipe na resolução do problema.

As atribuições do líder são as seguintes:

- Guiar a equipe através do processo;
- Incentivar todos os membros a participar nas discussões;
- Manter a dinâmica da equipe;
- Gerenciar o tempo;
- Garantir que a equipe está focada na resolução do problema;
- Garantir que o secretário desempenhe a sua tarefa, ou seja, que ele faça um registro preciso do processo.

As atribuições do secretário são as seguintes:

- Anotar os pontos acordados pelos membros da equipe;
- Ajudar os membros da equipe a organizar suas ideias e hipóteses em relação ao problema;
- Participar das discussões;
- Por meio das anotações, garantir que a equipe não se perca na discussão e que não volte a pontos que já foram discutidos anteriormente;
- Anotar informações sobre recursos a serem usados pela equipe.

Se o período de trabalho da equipe na resolução do problema for maior do que duas a três semanas é muito importante que haja rotatividade nos papéis de líder e secretário para garantir a

oportunidade do desenvolvimento de habilidades de liderança e de organização a um maior número de estudantes.

AVALIAÇÃO EM PBL

Entendida como um processo que possibilita "mapear" ou diagnosticar como está acontecendo a aprendizagem, a avaliação pode fornecer informações para o professor programar novas intervenções, propondo problemas, discussões e questões que auxiliem os estudantes a superar dificuldades encontradas, a estabelecer relações e a desenvolver habilidades e condutas de valor.

Questões como "quais as dificuldades?", "quais os obstáculos?", "quais os avanços?", "que aspectos precisam ser aperfeiçoados?" fazem parte do processo de avaliação formativa, que está relacionada à regulação do processo de aprendizagem. Concebida dessa maneira, a avaliação não é um momento específico do processo de aprendizagem, mas o integra de forma contínua, constituindo um modo de diagnosticar dificuldades e obstáculos e como fonte de replanejamento da prática pedagógica. Assim, a avaliação é o acompanhamento da aprendizagem, é a identificação de avanços, é a intervenção mediadora do professor, com base nos erros ou dúvidas do estudante.

Considerada sob esse ponto de vista, uma função importante da avaliação é indicar ao estudante o que precisa ser feito, revisto, estudado, reelaborado, para superar dificuldades e estabelecer relações para o desenvolvimento de estruturas cognitivas. Para serem compatíveis com a avaliação formativa, e nesse sentido, educativas, as estratégias e os métodos pedagógicos precisam incentivar o estudante a analisar e avaliar seu próprio desempenho. São ações promovidas com esse propósito que colaboram para o desenvolvimento da autonomia intelectual, que pode ser entendida como "processo autônomo de aprendizagem", ou seja, como capacidade de aprender a aprender.

Questões sobre o impacto da avaliação na aprendizagem dos estudantes, tanto em currículos tradicionais como baseados em problemas, têm sido objeto de muito debate e pesquisa em educação. Para Saul (1988) e Hoffmann (2001) (apud AZEVEDO e REIS, 2014):

"os processos avaliativos não devem ser instrumentos em que os educandos são

quantificados e classificados para ocupar posições na sociedade. Não são processos de mensuração da apropriação linear do conhecimento pelos educandos. Os processos avaliativos centrados na aprendizagem significativa devem ser instrumentos que contemplem os processos de percepção da realidade e a construção de indivíduos autônomos, capazes de realizar escolhas individuais e coletivas que beneficiem a sociedade como um todo, orientando-se pelo objetivo de promover a igualdade e a justiça social.”

Nesse sentido, a avaliação é parte do processo de ensino e aprendizagem, e não apenas um componente auxiliar. Precisamos examinar nossas concepções, teorias e práticas a fim de compreender qual a melhor forma de alinhamento entre aprendizagem e avaliação. Isso pode viabilizar mecanismos para uma educação emancipatória. Com efeito, as redes de ensino, estão desafiadas a rever seus parâmetros pedagógicos, curriculares, didáticos, avaliativos e epistemológicos (AZEVEDO e REIS, 2014). Diante dessas considerações, nesse contexto de mudanças, o processo de ensinar precisa focar em aprendizagens relevantes. Para que o processo de ensinar mude é necessário um ambiente escolar flexível, entendendo a avaliação a serviço da aprendizagem. Assim, o construir aprendizagens precisa ser o “foco” de um currículo escolar.

Currículos baseados em PBL são altamente construtivistas, por natureza, pois os estudantes estão envolvidos no processo de construção do próprio conhecimento (SAVERY & DUFFY, 1995; DUFFY & CUNNINGHAM, 1996; SAVERY, 2006).

“Então, a tarefa mais difícil consiste em colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais em estudo, oferecer enfim a razão, razões para evoluir”. (BACHELAR, 1996)

Em um currículo baseado em PBL a avaliação é um processo dinâmico que está a serviço do processo de ensino e aprendizagem. Algumas dificuldades com avaliação em PBL decorrem da falta de compreensão deste processo, tanto por parte de professores, quanto de estudantes. É preciso, antes de qualquer coisa, levar em consideração que a avaliação deve iniciar com a exploração dos valores educacionais. É muito importante garantir que haja alinhamento entre os objetivos e métodos de ensino adotados e os resultados de aprendizagem esperados dos estudantes. A avaliação deve, também, além dos conhecimentos, considerar as habilidades e atitudes. Deve primar pelo desejo de melhora, com a previsão de alterações que podem ser feitas e orientando a construção do conhecimento. Isto envolve a organização de *feedback* a ser dado aos estudantes, para ajudar na reorganização das informações recebidas e dos estudos realizados, visando à sua melhor compreensão. A avaliação deve, também, ser contínua, apoiando a aprendizagem e assegurando a qualidade dos resultados obtidos a cada nova intervenção.

Outra questão importante, quando se trata de avaliação em PBL, está relacionada a quem fará a avaliação. Diferentemente de um curso tradicional, onde o professor é o único avaliador potencial, em um ambiente PBL onde a autoridade e o controle são exercidos de forma compartilhada, o número de avaliadores em potencial é grande. Todos os participantes podem assumir esta responsabilidade, além de avaliadores externos, como é frequente se encontrar em cursos que utilizam este método.

Como possibilidade de integrar concepções de avaliação formativa e de aprendizagem significativa em ambientes de aprendizagem usando a PBL, descrevemos a seguir alguns métodos de avaliação que, de acordo com Savin-Baden e Howell-Major (2004), têm sido utilizados com sucesso:

- Apresentação em equipe: estudantes apresentam seus trabalhos oralmente ou por escrito de forma colaborativa. É preciso estabelecer critérios para avaliação do conteúdo, do processo e da apresentação ou uma combinação destes.
- Apresentação individual: o trabalho é dividido entre todos os estudantes que, individualmente apresentam os resultados das próprias

pesquisas, contribuindo para a solução global.

- Avaliação tripla: considera a apresentação de um relatório da equipe; a apresentação individual do trabalho de cada membro da equipe e o relato, também individual, do processo desenvolvido pela equipe. Esses três componentes constituem a nota individual. A vantagem disto é que esse método de avaliação não privilegia todos os estudantes da mesma forma e cada um é responsável por dois terços da sua própria nota; observa-se que muitos estudantes consideram justo este tipo de critério.
- Trabalho individual baseado em casos: cada estudante apresenta sua própria percepção do problema sob a responsabilidade da equipe.
- Plano de solução para o cliente: são apresentadas situações problemas do campo real para os estudantes resolverem. Por exemplo, uma equipe de estudantes de Engenharia recebeu uma grande quantia de cocos e precisaram projetar uma ferramenta eficaz para remover as partes internas, sólida e líquida. Outra equipe de estudantes foi convidada a resolver o problema das fissuras que ocorrem nas linhas ferroviárias, causadas pelo excesso de calor e vibração dos trens. Este método é bastante eficaz, mas deve ter critérios bem planejados.
- Portfólios: método de registros individuais ou de grupos, nos quais os estudantes registram as informações obtidas no percurso. Os portfólios requerem planejamento com instrumentos e critérios de avaliação bem definidos.
- Exames orais: estes eram usados de forma muito eficaz antes que a PBL se tornasse popular e, desde então, foram adotados também em currículos baseados em PBL.
- Relatórios: a comunicação escrita é uma habilidade importante a ser desenvolvida pelos estudantes. Exigir relatórios escritos permite que eles pratiquem esta forma de comunicação. Podem ser semanais, quinzenais ou finais.
- Texto colaborativo: os estudantes apresentam seus trabalhos na forma escrita, ao longo de um número de semanas. Cada estudante compartilha o seu trabalho com outros colegas. Pode ser um comentário sobre uma palestra, uma consideração pessoal ou uma resenha de livro.
- Autoavaliação: atividades de autoavaliação podem fornecer ao professor, indicativos de estratégias e intervenções pedagógicas capazes de auxiliar no desenvolvimento da autonomia. Nesse cenário, a autoavaliação é uma estratégia formativa e pode ser entendida como

um mecanismo de autorregulação do processo de aprendizagem, pois pode auxiliar o estudante a melhor compreender esse processo. Para Coll (1994), a autorregulação da aprendizagem implica a "competência de realizar aprendizagens significativas por si só, em uma ampla gama de situações e circunstâncias". E a regulação dos processos de aprendizagem, conforme Perrenoud (1999), é "o conjunto das operações metacognitivas do sujeito e de suas interações com o meio que modificam seus processos de aprendizagem no sentido de um objetivo definido de domínio".

Considerada sob esse ponto de vista, uma função importante da avaliação é evidenciar o que precisa ser feito, revisto, estudado, reelaborado, para que o estudante possa superar dificuldades e estabelecer relações para o desenvolvimento de suas estruturas cognitivas. Para serem compatíveis com a avaliação formativa, e nesse sentido, educativas, as estratégias pedagógicas precisam incentivar o estudante a analisar e avaliar seu próprio desempenho. Ações promovidas com esse propósito colaboram para o desenvolvimento da autonomia intelectual do estudante, que pode ser entendida como "processo autônomo de aprendizagem", ou seja, como capacidade de aprender a aprender. Atividades de autoavaliação podem, então, fornecer ao professor indicativos de estratégias e intervenções pedagógicas capazes de auxiliar no desenvolvimento da autonomia.

Segundo Freire (1996), é papel do professor estimular seus estudantes a verificarem os conteúdos de suas próprias descobertas, assim, os formará autônomos de seus conhecimentos e disciplinados metodologicamente.

Atividades de autoavaliação podem ser realizadas em diferentes etapas de desenvolvimento de uma disciplina. Nessas atividades é importante promover reflexões sobre o grau de envolvimento dos estudantes nas tarefas solicitadas, bem como sobre as providências que estão tomando, considerando as oportunidades oferecidas. Os estudantes avaliam também suas contribuições na interação com os colegas e o que aprenderam com elas, e apresentam sugestões de aprimoramento em relação aos aspectos científicos, metodológicos e tecnológicos.

Esse tipo de avaliação é bem adequado à PBL, mas os estudantes devem estar preparados para realizá-la. A autoavaliação permite que os estudantes pensem com mais atenção sobre o que eles sabem e o que não sabem, e, além disto, o que eles precisam saber para realizar determinadas tarefas. Cabe esclarecer que existem diferenças entre autoavaliação, avaliação pelos pares e avaliação colaborativa. Vejamos:

- Autoavaliação envolve estudantes refletindo e julgando seus próprios trabalhos, visando aprimorá-los.
- Avaliação Colaborativa é aquela na qual o estudante se avalia, à luz de critérios acordados com o professor. O professor avalia o estudante usando os mesmos critérios e negociam uma nota final.
- Avaliação pelos pares é uma estratégia de avaliação formativa e pode ser entendida como um mecanismo de autorregulação do processo de aprendizagem. Estudantes fazem julgamentos sobre os trabalhos de outros estudantes, usando seus próprios critérios de avaliação ou os que são fornecidos pelos professores. Este tipo de avaliação é adequado à natureza cooperativa do ambiente PBL.

Enfim, a avaliação em um ambiente de PBL é um processo desafiador. É essencial, entretanto, continuar desenvolvendo conhecimento sobre este processo, que deve ser contínuo e promover a aprendizagem de conteúdos, além do desenvolvimento de habilidades e de atitudes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo dar uma visão geral da PBL para todos os professores de educação básica e superior que estejam dispostos a repensar suas práticas educacionais.

Esperamos que não seja entendido como um guia para implementação da aprendizagem baseada em problemas, mas que incentive discussões motivadas pelo interesse em melhorar a qualidade da aprendizagem dos estudantes, em qualquer nível educacional. Entendemos que é imprescindível reconhecer o valor de trabalhar em equipes, a importância de se considerar o conhecimento prévio dos estudantes e de promover estratégias e métodos de aprendizagem

ativa, em que eles sejam sujeitos da própria aprendizagem. Para tanto, precisamos considerar quais devem ser os papéis de professores e de estudantes, que compreendem a aprendizagem como decorrente, também, de ações de quem quer aprender.

Destacamos, ainda, que as ideias aqui apresentadas podem contribuir para repensar nossa atuação, como professores. Precisamos estar cientes de que não basta o conhecimento dos conteúdos para promover aprendizagem. Conseqüentemente, precisamos estar atentos a como pode ser construído o conhecimento e quais as condições para que a aprendizagem ocorra.

Talvez, mais importante do que se tratar de um método de aprendizagem ativa, seja o fato de que a PBL permite gerar um processo reflexivo que leva os estudantes a assumirem sua parcela de responsabilidade pela própria aprendizagem, desenvolvendo autonomia e, conseqüentemente, a capacidade de aprender a aprender.

REFERÊNCIAS

ALBANESE, M. A. & MITCHELL, S. (1993) Problem-based Learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, Washington, v.68, n.1, 52-81.

ALBANESE, M. A. (2010). Problem-based learning. Em JEFFRIES, W. B., e HUGGETT, K. (Eds.). *An introduction to medical teaching*. Springer Science & Business Media, 41-53.

ALLEN, D. E.; DONHAM, R. S. & BERNHARDT, S. A. (2011). Problem-based learning. *New Directions for Teaching and Learning*, vol.2011, Iss. 128, 21-29.

AUSUBEL, D. P. (2003) *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano.

AZEVEDO, J. C. & REIS, J. T. (2014) *O ensino médio e os desafios da experiência: movimentos da prática*. 1.ed. São Paulo: Fundação Santillana: Moderna.

BACHELAR, G. (1996) *A formação do espírito científico: contribuições para a psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.

BARROWS, H. S. (1986) A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20 (6), 481-486.

BARROWS, H. S. (1996) Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In L. Wilkerson & W. H. Gijsselaers (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice* (pp. 3-12). San Francisco: Jossey-Bass.

BARROWS, H. S. (2000) *Problem-Based Learning Applied to Medical Education*. Springfield: Southern Illinois University Press.

BARROWS H. S. & TAMBLYN R. M. (1980) *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York:Springer Publishing Company.

BEAN, J. C. *Engaging ideas: The professor's guide to integrating writing, critical thinking, and active learning in the classroom*. John Wiley & Sons, 2011.

BONWELL, C. & EISON, J. (1991) *Active learning: Creating excitement in the classroom* (ASHE-ERIC Higher Education Report, n. 1). Washington, DC: George Washington University. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>> Acesso em 11/02/2015.

BOUD, D. (1985) *Problem based learning in perspective*. In D. Boud (Ed.), *Problem Based Learning in Education for the Professions*. Sydney: HERDSA.

BRIDGES, E. M. & HALLINGER, P. (1998) *Problem-based learning in medical and managerial education*. In FOGARTY, R. (ed.). *Problem-based learning: a collection of articles*. Arlington Heights: Skylight, 3-19.

CLANDFIELD, D. & SIVELL, J. (1990) *Cooperative Learning and Social Change*. Selected Writings of Celestin Freinet. Toronto: Our Schools/Our Selves Education Foundation.

COLL, C. (1994) *Aprendizagem Escolar e Construção do Conhecimento*. Porto Alegre: ARTMED.

DESLILE, R. (1997) *Use Problem-Based Learning in the classroom*. Virginia: ASCD.

DRAKE, E.; & BATTAGLIA, D. (2014) *Teaching and Learning in Active Learning Classrooms*. The Faculty Center for Innovative Teaching, Central Michigan University. Disponível em:

<<https://www.cmich.edu/colleges/cst/CEEIRSS/Documents/Teaching%20and%20Learning%20in%20Active%20Learning%20Classrooms%20-%20FaCIT%20CMU%20Research,%20Recommendations,%20and%20Resources.pdf>>. Acesso em: 11/10/2015.

DUCH, B. (1995) What is problem-based learning? About Teaching. Disponível em : <<http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html>>. Acesso em: 11/02/2015.

DUCH, B. (1996) Problems: A Key Factor in PBL. About Teaching. Disponível em : <<http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>>. Acesso em: 11/02/2015.

DUFFY, T. M. & CUNNINGHAM, D. J. (1996) Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. Jonassen (Ed.), Handbook of research for educational communications and technology. New York: Macmillan.

EDSTRÖM, K. & KOLMOS, A. (2014) PBL and CDIO: complementary models for engineering education development, *European Journal of Engineering Education*, 39.5 (2014): 539-555.

ERTMER, P. A.; GLAZEWSKI, K. D.; JONES, D.; OTTENBREIT-LEFTWICH, A.; GOKTAS, Y.; COLLINS, K. & KOCAMAN, A. (2009) Facilitating Technology-Enhanced Problem-based Learning (PBL) in the Middle School Classroom: An Examination of How and Why Teachers Adapt. *Journal of Interactive Learning Research*, 20(1), 35-54. Chesapeake, VA: AACE.

FAUST, J. L. & PAULSON, D. R. (1998) Active learning in the college classroom. *Journal on Excellence in College Teaching*, 9(2), 3-24.

FELDER, R. M. & BRENT, R. (2009) Active learning: An introduction. *ASQ Higher Education Brief*, 2(4).

FREIRE, P. (1996) *Pedagogia da Autonomia - Saberes Necessários à Prática Educativa*, São Paulo: Editora Paz e Terra.

GALLAGHER, S. & STEPIEN, W. (1996) Content acquisition in problem-based learning: Depth versus breadth in American studies. *J. Educ. Gifted*, vol. 19, 257-275.

GLICKMAN, C. (1991) Pretending not to know what we know. *Educational Leadership*, 48(8), 4-10.

- GOODNOUGH, K. & CASHION, M. (2006) Exploring Problem-based Learning in the Context of High School Science: Design and Implementation Issues. *School Science and Mathematics*, 106, 280–295.
- GORDON, R. (1998) Balancing real-world problems with real-world results. *Phi Delta Kappan*, Jan., 390-393.
- GRAAFF, E. DE & KOLMOS, A. (2007) *Management of Change Implementation of Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering*, Netherlands: Sense Publishers.
- HUNG, W.; JONASSEN, D. H. & LIU, R. (2008) Problem-based learning. *Handbook of research on educational communications and technology*, 3, 485-506.
- JONES, B. D.; EPLER, C. M.; MOKRI, P.; BRYANT, L. H. & PARETTI, M. C. (2013) The Effects of a Collaborative Problem-based Learning Experience on Students' Motivation in Engineering Capstone Courses. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1344>> Acesso em 06/03/2016.
- KAUFMAN, D. M. & MANN, K. V. (2001) I don't want to be a groupie. In: SCHWARTZ, P.; MENNIN, S.; WEBB, G. (Ed.). *Problem-based Learning: case studies, experience and practice*. Londres: Kogan Page, 142-150.
- KWAN, A. (2009) Problem-based learning. *The Routledge international handbook of higher education*, 91-107.
- LEE, R. M. K. W. & KWAN, C-Y. (1997) The use of Problem based Learning in Medical Education, *Journal of Medical Education*. vol.1, 19-58. Disponível em: <https://fhs.mcmaster.ca/mdprog/documents/Use_of_PBL_Article.pdf> Acesso em: 11/10/2015.
- LOU, S. J.; SHIH, R. C.; DIEZ, C. R. & Tseng, K. H. (2011) The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215.

MAXWELL, N. L.; BELLISIMO, Y. & MERGENDOLLER (2001) Problem-Based Learning: Modifying the Medical School Model for Teaching High School Economics, *The Social Studies* Vol. 92, Iss. 2., 73-78.

MOREIRA, M. A. (2011) *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

NARIMAN, N. & CHRISPEELS, J. (2016) PBL in the Era of Reform Standards: Challenges and Benefits Perceived by Teachers in One Elementary School. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1). Available at: <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1521>

NEUFELD V.R. & BARROWS, H. S. (1974) The 'McMaster philosophy': an approach to medical education. *Journal of Medical Education*, 49: 1040-1050.

NORMAN, G. R. & SCHMIDT, H. G. (1992) The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine*, v.67, n.9, 557-565.

PERRENOUD, P. (1999) *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas*. Porto Alegre: ARTMED.

PIAGET, J. (1978) *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos e EDUSP.

POWELL, P. (2000) From classical to project-led education. In: POUZADA, A.S.(ed.) *Project based learning: project-led education and group learning*. Guimarães: Editora da Universidade do Minho, 11-40.

PRINCE, M. J. & FELDER, R. M. (2006) Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123-138.

REGEHR, G. & NORMAN, G. R. (1996) Issues in cognitive psychology: implications for professional education. *Academic Medicine*, v.71, n.9, 988-1001.

RIBEIRO, L. R. & MIZUKAMI, M. G. (2004) Uma implementação da aprendizagem baseada em problemas (PBL) na pós-graduação em engenharia sob a ótica dos estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 25(1), 89-102.

RIBEIRO, L. R. (2005) A aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma implementação da Educação em Engenharia na voz dos atores. São Carlos: UFSCar.

SAVERY, J. R. & DUFFY, T. M. (1995) Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework. In B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design* (pp. 135-148). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

SAVERY, J. R. (2006) Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1002>> Acesso em: 11/02/2015.

SAVIN-BADEN, M. & HOWELL-MAJOR, C. (2004) *Foundations of Problem-based Learning*. McGraw-Hill Education, New York.

SCHMIDT, H. G. (1993) Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical Education*, v.27, 422-432.

SCHWARTZ, P.; WEBB, G. & MENNIN, S. (2001) *Problem-based learning: Case studies, experience and practice*. Psychology Press.

SISSON, D. & SISSON, B. (2015) *Re-envisioning the Literacy block A Guide to Maximizing Instruction in Grades K-8*, Routledge.

TORP, L. & SAGE, S. (2002) *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

VYGOTSKY, L. S.; COLE M.; JOHN-STEINER, V.; SCRIBNER, S. & SOUBERMAN, E. (1980) *Mind in Society – The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge MA: Harvard University Press.

WANG, S.; TSAI, J.; CHIANG, H.; LAI, C. & LIN, H. (2008) Socrates, Problem-Based Learning and Critical Thinking—A Philosophic Point of View. *Kaohsiung Journal of Medical Science*, v.24 (No 3 Suppl): S6–13.

WOODS, D. R. (1996) *Problem-Based Learning: how to get the most out of PBL*. Disponível em: <<http://chemeng.mcmaster.ca/problem-based-learning>>. Acesso em: 11/02/2015.