

Renato Matos Lopes
Moacelio Veranio Silva Filho
Neila Guimarães Alves
(Org.)



APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Fundamentos para a
aplicação no Ensino Médico
e na Formação de Professores

Copyright © 2019
Renato Matos Lopes, Moacelio Veranio
Silva Filho, Neila Guimarães Alves

Todos os direitos reservados aos autores.
É proibida a reprodução total ou parcial
sem a permissão escrita do autor. Art.
184 do Código Penal e Lei 9610 de 19
de fevereiro de 1998.

1ª Edição, 2019.

Produção editorial



www.publiki.me | (21) 97292-4180

  /publikionline

Diagramação: Pablo Massolar | Publiki

Capa: Labareda Design

Ilustração: William Cògo

1ª Revisão do texto: Cleuza S. Faustino

2ª Revisão do texto: Evandro Teixeira

DADOS INTERNACIONAIS PARA CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

A654 Aprendizagem baseada em problemas : fundamentos para a
aplicação no ensino médio e na formação de professores /
Renato Matos Lopes, Moacelio Veranio Silva Filho, Neila
Guimarães Alves (organizadores). – Rio de Janeiro :
Publiki, 2019.
198 p. ; ebook.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-66631-23-4

1. Aprendizagem baseada em problema. 2. Psicologia da
aprendizagem. 3. Estratégias de ensino e aprendizagem.
4. Ensino médio - Brasil. 5. Formação de professores – Brasil.
I. Lopes, Renato Matos. II. Silva Filho, Moacelio Veranio.
III. Alves, Neila Guimarães.

CDD – 370.1524

ORGANIZADORES COORDENAÇÃO EDITORIAL

*Renato Matos Lopes
Moacelio Veranio Silva Filho
Neila Guimarães Alves*

AUTORES (MINICURRÍCULO)

Luis Antonio de Pinho

Licenciado em Ciências Biológicas e mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Concluiu o doutorado em Ciências (Ensino de Biociências e Saúde) pelo Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) no ano de 2017. É professor do Instituto Federal do Acre (IFAC), onde desenvolve pesquisas com a aplicação de Metodologias Ativas de Ensino e Aprendizagem.

Max Fonseca Pierini

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e mestre em Ciências (Ensino de Biociências e Saúde) pelo Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Atualmente é doutorando em Ensino de Biociências e Saúde (IOC/Fiocruz),

coordenador de Biologia do Pré-Vestibular Social do CEDERJ e professor da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro.

Melise Camargo

Licenciada em Matemática pela Universidade de São Paulo (USP) e mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UNB), também é mestre e doutora em Educação pela Universidade de Cambridge no Reino Unido, onde desenvolveu pesquisas na área de avaliação formativa em aulas de Matemática em escolas públicas no Brasil. Atualmente trabalha na Universidade de Cambridge, gerenciando a produção de materiais para a formação de professores em 170 países.

Moacelio Veranio Silva Filho (In memoriam)

Graduado em Farmácia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre em Microbiologia Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutor em Biologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Foi professor adjunto da Universidade Federal Fluminense (UFF) e pesquisador titular da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Neila Guimarães Alves

Graduada em Biologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre em Educação pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e doutora em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). É professora aposentada da Universidade Federal Fluminense (UFF), possuindo experiência nos seguintes

temas: educação ambiental, ensino de ciências, processos de ensino-aprendizagem e livro didático.

Renato Matos Lopes

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), mestre em Agroquímica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e doutor em Biologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). É Pesquisador em Saúde Pública na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), sendo docente dos programas de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz).

COMITÊ CIENTÍFICO – NOMES / INSTITUIÇÕES

Luciana Passos Sá - UFSC

Maurício Roberto Motta Pinto da Luz – IOC/Fiocruz

Manuella Villar Amado - IFES

Michele Waltz Comarú – IFES

Salete Linhares Queiroz – USP

APOIO

CNPq, FAPERJ e Inova Fiocruz/Fundação Oswaldo Cruz.

PREFÁCIO

Estudos concernentes à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação em Ciências são ainda incipientes no cenário nacional. Tendo como característica marcante o uso de problemas baseados na vida real, esta estratégia instrucional procura viabilizar a construção de uma base de conhecimentos que se estrutura em torno da resolução em grupo dos referidos problemas. É nesse contexto que também são criadas condições favoráveis para o desenvolvimento de habilidades destacadas em documentos oficiais que orientam políticas curriculares em vários países, como a aprendizagem autônoma, o trabalho em equipe e o pensamento crítico e criativo.

Dentre as temáticas investigadas por estudiosos do assunto estão a natureza dos problemas apresentados aos educandos e os processos que levam à sua construção, os métodos de avaliação empregados e os desdobramentos da aplicação da estratégia associada à formação de professores. São ainda alvo de discussão dos pesquisadores as ideias e teorias que se prestam a fundamentar teoricamente o desenvolvimento e aplicação da ABP.

As temáticas mencionadas perpassam o texto organizado por Lopes, Silva Filho e Alves no presente livro, existindo especial preocupação com o oferecimento de subsídios ao leitor com relação à caracterização da ABP no que tange aos seus conceitos centrais, ao ciclo de aprendizagem no qual se pauta e ao papel dos envolvidos nesse ciclo.

O livro trata ainda de divulgar na comunidade brasileira de educadores em Ciências os fundamentos do modelo de construção

de problemas conhecido como 3C3R, pouco difundido no país, além de relatar a aplicação da estratégia em contextos escassamente investigados nessas paragens: o Ensino Médio da Educação Profissional Tecnológica e a Formação de Professores.

Seguramente há ainda um longo caminho a trilhar em direção a um ensino de Ciências que reconheça a importância da promoção de aprendizagens centradas no estudante, autodirigidas e individualizadas. A obra de Lopes, Silva Filho e Alves nos indica rotas para o alcance desse propósito à medida que contribui para possibilitar aos professores maior entendimento e consciência sobre a estratégia instrucional em questão.

Assim, o livro se constitui em leitura obrigatória para professores de Ciências nos mais variados contextos e para pesquisadores interessados na compreensão de questões vinculadas à ABP na Educação em Ciências.

Saete Linhares Queiroz
Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

ORGANIZADORES COORDENAÇÃO EDITORIAL	3
PREFÁCIO.....	7
APRESENTAÇÃO	11
CAPÍTULO 1 - ENSINO E APRENDIZAGEM HOJE	15
CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	45
CAPÍTULO 3 - A CONSTRUÇÃO DO PROBLEMA NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	73
CAPÍTULO 4 - ESTRATÉGIAS PARA AVALIAÇÃO NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	115
CAPÍTULO 5 - APLICANDO A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	141
CAPÍTULO 6 - UM REFERENCIAL PEDAGÓGICO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	163

APRESENTAÇÃO

Seis capítulos constituem este livro, e a sequência dos mesmos busca dar ao leitor uma visão da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como estratégia de organização curricular e de ensino com potencial de aplicação na Educação Básica e para a Formação de Professores.

O capítulo **Ensino e Aprendizagem Hoje: modelos básicos e opções** é uma tradução de *Teaching and Learning Today* do livro *New Curriculum for New Times - A Guide to Student-Centered, Problem-Based Learning*, de Neal A. Glasgow (Glasgow, 1996¹). O texto apresenta as formas básicas de modelos de organização curricular, assim como as vantagens e desvantagens de cada um desses modelos e as possibilidades reais da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas. Portanto, optamos por traduzir todo o capítulo para a língua portuguesa e, nesse sentido, cabe ressaltar que foi adquirida a concessão dos direitos autorais para sua tradução e publicação.

O segundo capítulo, intitulado **Características Gerais da Aprendizagem Baseada em Problemas**, tem como objetivo principal funcionar como um material de apoio aos docentes da Educação Básica que pretendem conhecer a ABP como estratégia instrucional. O texto também traz um panorama histórico da utilização da metodologia e expõe suas principais características, tais como a estrutura do processo tutorial ou ciclo de aprendizagem, os papéis desempenhados por professores

1 GLASGOW, N. A. *New Curriculum for New Times: A Guide to Student-Centered Problem-based Learning*. California: Thousand Oaks: Corwin Pres Inc., 1996.

e alunos, assim como as suas diferenças básicas com o ensino tradicional.

O capítulo **A Construção do Problema na Aprendizagem Baseada em Problemas** trata de um assunto fundamental, mas ainda pouco explorado na literatura sobre ABP: a descrição de processos de construção dos problemas que vão ser utilizados nos chamados ciclos tutoriais ou de aprendizagem da ABP. O capítulo descreve de forma detalhada a proposta feita por Hoi Hung, o modelo de construção de problemas conhecido como 3C3R. Ademais, é apresentada a elaboração de um problema, que busca trabalhar a integração entre os sistemas circulatório e respiratório, podendo ser utilizada para alunos do Ensino Médio ou Superior sem experiência em estudos com essa estratégia.

O quarto capítulo, **Estratégias Para Avaliação na Aprendizagem Baseada em Problemas**, dá ênfase na importância dos princípios da avaliação formativa como modelo ideal de avaliação para um trabalho efetivo com a ABP: a importância de objetivos claros, a participação ativa dos estudantes e o papel central do “feedback”. O capítulo aborda esses princípios de forma detalhada, trazendo exemplos para auxiliar professores em como colocá-los em prática em sala de aula, de forma a não valorizar a atribuição de notas em detrimento dos processos de resolução dos problemas utilizados pelos alunos.

Aplicando a Aprendizagem Baseada em Problemas é o quinto capítulo do livro e tem como objetivo mostrar o potencial real de utilização da ABP em salas de aula, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior. Portanto, optou-se pela construção de um texto a partir da síntese de dois artigos já publicados pelos autores do capítulo. O primeiro estudo, com o uso da ABP para alunos de

Ensino Médio da Educação Profissional Tecnológica, e o segundo para Professores da Educação Básica da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro.

O sexto e último capítulo, **Um Referencial Pedagógico da Aprendizagem Baseada em Problemas**, traz ao leitor algumas ideias centrais de grandes educadores e pensadores que dão suporte para o uso da ABP. Portanto, são apresentadas as teorias de John Dewey, Jerome Bruner, Paulo Freire, Jean Piaget, Lev Vygotsky, Carl Rogers e David Paul Ausubel.

CAPÍTULO 1

ENSINO E

APRENDIZAGEM HOJE

Modelos Básicos e Opções

Neal A. Glasgow²

Este capítulo pode conter conhecimento comum para muitos leitores. Contudo, essa informação básica prepara o palco para futuras considerações sobre as abordagens integrada, multidisciplinar e interdisciplinar baseadas em temas ou problemas. O propósito deste capítulo é resumir e definir os modelos educacionais básicos (Barrows, 1985; Barrows & Tamblyn, 1980; Kaufman, 1985) e estabelecer clareza para aqueles envolvidos em autoanálise em suas escolas. Na prática, é claro, modelos podem se tornar mais complexos e seus limites podem ficar pouco claros.

Duas categorias gerais de ensino-aprendizagem são definidas aqui: a primeira categoria é baseada na pessoa responsável pela tomada de decisões sobre o que os aprendizes aprendem e como se dá esse aprendizado. Esta categoria também determina quem escolhe os recursos.

2 Tradução de Rachel Hauser Davis e Melise Camargo.

É o professor (centrada no docente)?

Os professores definem o conteúdo a ser aprendido, como esse conteúdo será aprendido e como os estudantes serão avaliados. É claro que os professores são influenciados por outras forças, mas a decisão final é deles.

Ou é o aluno (centrada no aprendiz)?

Os estudantes são apresentados a situações em que deverão definir o que aprender, como aprender e, às vezes, como serão avaliados. O controle da aprendizagem baseada em problemas pode variar entre o estudante ser responsável por todos os aspectos de um projeto de resolução de problemas a uma experiência mais colaborativa, com um professor provendo parte da estrutura de ensino e aprendizagem. Na maioria das vezes, o docente é o responsável pela identificação e aquisição das fontes de informação.

A segunda categoria é baseada em como o conjunto de conteúdos, informações e competências estão organizados.

O conteúdo é centrado em assuntos ou disciplinas (centrado no assunto)?

Faixas estreitas e específicas do conteúdo do conhecimento (a maioria das disciplinas tradicionais) a serem dominadas compõem esse modelo.

Ou o conteúdo inclui áreas integradas, multidisciplinares ou interdisciplinares focadas em problemas (centradas em problemas)?

Por exemplo, a maioria das leis ambientais é baseada em evidências científicas dos potenciais efeitos prejudiciais de certos agentes ou práticas poluidoras. Porém, tremendos efeitos econômicos e sociais, além de outras consequências, devem ser considerados. Assim, as ciências ambientais são apenas o começo quando se tenta entender o impacto completo desses agentes ou práticas poluidoras. A maioria das decisões e dos argumentos ambientais está integrada a muitas áreas. Outro exemplo é o tema do envelhecimento, que possui muitos componentes problemáticos em potencial, de aspectos científicos e da saúde do envelhecimento a questões sociais, demográficas e mesmo econômicas.

O currículo pode ser centrado no professor e baseado em assuntos; centrado no aprendiz e baseado em assuntos; centrado no professor e baseado em problemas; ou centrado no aprendiz e baseado em problemas. As seções a seguir descrevem resumidamente essas modalidades ou sistemas educacionais.

Aprendizagem centrada no professor

Na aprendizagem centrada no professor, os docentes são inteiramente responsáveis por selecionar as informações ou habilidades que serão aprendidas pelos estudantes, como e em que sequência devem ser aprendidas e em que ritmo devem ser distribuídas. O pacote curricular inteiro, incluindo a avaliação, tende a ser homogêneo na sua prática. Os professores se baseiam em normas, mandatos e diretrizes, e a maioria do conteúdo é

determinada pela inércia curricular histórica. Contudo, a experiência educacional dos estudantes varia entre professores, salas de aula e escolas, inclusive em aulas que possuem os mesmos títulos. Apesar das normas distritais³, das leis estaduais e de outros padrões, as experiências educacionais centradas no professor do Ensino Médio⁴, na prática atual, não são padronizadas. Os professores usam o que sabem ou o que se sentem confortáveis para ensinar. A cobertura do conteúdo, as atividades relacionadas e o estilo de distribuição podem variar dramaticamente entre as salas de aula. Em alguns casos, até os planos individuais dos estudantes podem variar, pois o planejamento define informalmente grupos específicos de estudantes. Os níveis de matemática, a música, os esportes e outros temas podem agrupar os estudantes por habilidades ou motivação.

A aprendizagem centrada no professor é um modelo educacional bem conhecido e estudado ao qual a maioria de nós foi exposta desde o Jardim de Infância. O papel do professor neste modelo é distribuir e interpretar informação para os estudantes por meio de exposições, apostilas, demonstrações e atividades selecionadas. O professor seleciona o horário, as fontes e a metodologia de distribuição curricular. No entanto, abordagens ou oportunidades alternativas com múltiplos estilos de aprendizagem não podem ser oferecidas ou levadas em consideração.

O professor também determina os critérios para avaliação e demonstração de habilidade. A principal característica que identifica um currículo centrado no professor é o fato de que os estudantes ficam menos diretamente responsáveis pelo que aprendem e pela sua

3 No Brasil, possuímos apenas o Distrito Federal com essa denominação. Porém, em inglês podemos associar com as Coordenadorias Regionais de Ensino, geralmente vinculadas aos governos estaduais.

4 *High school*, na definição norte-americana.

própria educação. Eles se tornam acostumados a serem recipientes passivos e não aprendizes ativos. A instrução tende a ser linear, dirigida para um único comportamento ou resposta esperada do estudante. Os alunos, frequentemente, esperam que o instrutor estabeleça um ritmo e um padrão familiar na sala de aula.

Vantagens

O professor pode estar certo de que os estudantes são expostos a todo o conhecimento e conceitos que ele julga serem apropriados para a unidade curricular em questão.

É fácil para professores instruídos sintetizar tópicos difíceis em cápsulas facilmente digeridas, fazendo desta prática o método mais eficiente para dispensar o conhecimento de conteúdos. É um modelo confortável e poupa os estudantes da agonia, da frustração e do tempo que seriam necessários para estruturar a sua própria aprendizagem. Quanto menos “incertezas” na sala de aula, melhor. Os estudantes esperam que o professor diga o que eles devem aprender para serem bem-sucedidos.

Esse método é universalmente reconhecido por estudantes, professores, pais e administradores escolares.

Professores bem-sucedidos nesse formato dependem de seu conhecimento específico, de sua base teórica e de seu estilo de apresentação. Esse jeito de fazer, ou talento, pode se expressar na organização da aula, no discernimento pessoal, no humor durante

as exposições e nas fontes selecionadas para a aprendizagem, dentre outros aspectos. Os eventos de aprendizagem são apresentados em um padrão constante e previsível.

Desvantagens

Nem todos os estudantes são homogêneos quanto a sua base, o seu conhecimento e a sua experiência; também não são homogêneos nas suas habilidades de aprendizagem nas diferentes áreas ou em seus ritmos e estilos de aprendizagem.

Não existe realmente algo como um grupo homogêneo de estudantes. Existem apenas intervalos ou gradações de diferenças. Os estudantes podem ter diferentes aspirações de carreiras ou níveis de interesse e motivação. Na aprendizagem centrada no professor, os docentes impõem o que assumem que todos os estudantes deveriam saber, com pouca consideração a respeito das necessidades heterogêneas da classe quanto ao conteúdo curricular, ritmo e estilo de aprendizagem.

Os estudantes são geralmente receptores passivos e não “aprendem a aprender”.

Seu dever é aprender o que é oferecido e regurgitar quando solicitado em um estilo escolhido pelo professor. A avaliação é geralmente centrada em conteúdo e vocabulário. Este tipo de aprendizagem não é geralmente associado a estratégias autênticas de avaliação. As recompensas dos estudantes, geralmente externas em natureza e motivação, são baseadas em notas e não na aquisição e retenção do conteúdo do curso.

Os professores geralmente não podem garantir que a experiência dos estudantes será útil quando eles saírem da aula.

Um falso senso de segurança pode satisfazer os professores, os estudantes e os pais. O modelo centrado no professor é confortável e familiar para a maioria dos pais. Eles podem acreditar que o currículo e a avaliação são válidos e que, uma vez que a informação é dispensada e uma estrutura cognitiva é fornecida, os estudantes irão incorporar a informação. Uma nota é usada para medir a retenção ou o domínio em curto prazo do curso sem nenhuma certeza de domínio em longo prazo. Sem um contexto mais autêntico e relevante, os estudantes podem não reconhecer onde e quando o conteúdo do curso pode ou deve ser usado e aplicado eficientemente. A base de conteúdo individual de um professor pode estar defasada ou baseada em livros-textos que podem não ser válidos para um entendimento contemporâneo. Este modelo assume que a informação é a mais atual, correta e útil, e que o material está em um formato que pode ser retido. Ninguém pode prever quais partes da informação que os estudantes apreenderam ficarão obsoletas ou incorretas ou o que os estudantes irão esquecer. As habilidades necessárias para encontrar e avaliar novas informações não são fomentadas. O currículo é repleto de conteúdo e de informações. Se o programa educacional é baseado em aulas expositivas, é importante reconhecer que os assuntos não podem ser passados na conveniência da maioria dos alunos, nem pode ser dados de acordo com o nível, ritmo e prioridade de poucos aprendizes na sala de aula.

Aprendizagem centrada no estudante

Neste método, os estudantes aprendem a decidir o que eles precisam saber para obter sucesso dentro do formato da aula e do formato educacional. Embora o professor possa ter considerável responsabilidade na facilitação das atividades de investigação e descoberta, é esperado que os estudantes gradualmente se tornem responsáveis pela própria aprendizagem. Com a experiência necessária e práticas guiadas, eles irão ganhar completa independência, com o professor se tornando mais um colaborador do que docente. A ênfase é na aquisição ativa de informações e estratégias pelo aluno, adequadas às suas habilidades, nível de experiência e necessidades educacionais. Eles decidem a melhor maneira de aprender, os recursos necessários, além do ritmo e da estrutura da atividade. Isto é geralmente feito com a colaboração e a facilitação do professor.

Numa aula de Português⁵ centrada no estudante, se os aprendizes fossem desafiados a assumir o papel de repórteres investigativos com um artigo de destaque para ser entregue em uma determinada data, eles mesmos decidiriam o que gostariam de cobrir, como aprenderiam o histórico, fariam a pesquisa e escreveriam a história. O acompanhamento e a avaliação são baseados na percepção do domínio não só do conteúdo, mas de outros aspectos envolvidos na produção de um artigo. Um exemplo familiar disso pode ser encontrado na experiência de uma feira de ciências. Se um projeto científico fosse dado para a turma, os próprios estudantes decidiriam o que fazer, como aprender as informações necessárias e assim por diante. O acompanhamento é baseado no produto do trabalho e a

5 Na versão original, o autor se refere a uma aula de Inglês. No nosso caso, o exemplo se encaixaria melhor em uma aula de Português. Por isso, optamos pela alteração.

avaliação busca aferir o nível de entendimento e domínio exibidos pelos alunos.

Em ambos os métodos, centrado no professor e centrado no estudante, os docentes podem preparar os objetivos de aprendizagem, os recursos, os caminhos a serem seguidos e os instrumentos e procedimentos de avaliação mais apropriados – que refletem a experiência e conhecimento particulares do professor em questão. Na abordagem centrada no professor, estes materiais prescrevem o que os estudantes aprenderão. Na abordagem centrada no estudante, estes materiais servem como guias e recursos a serem usados e adaptados pelos estudantes, já que, para estes, é apropriado que eles assumam a responsabilidade pela própria aprendizagem e educação.

Conforme os professores criam projetos e problemas relevantes e apropriados, eles fornecem opções para a exploração e investigação por parte dos estudantes. Estas experiências colocam o conhecimento e as habilidades em um contexto mais autêntico, já que os alunos determinam o que eles querem conhecer e aperfeiçoar no processo de busca de soluções para os problemas. Ao participar dos projetos, eles vão em direção às expectativas e aos objetivos educacionais.

Os professores desempenham um papel crítico de facilitador, mas a tarefa central é eventualmente tornar os professores supérfluos ou dispensáveis ao progresso dos estudantes. Orquestrar um currículo para esse tipo de aprendizagem é diferente de outras estratégias de ensino mais tradicionais.

Vantagens

Os estudantes “aprendem a aprender” de forma a conseguir atender à necessidade constante de adaptação

ao conhecimento contemporâneo, aos desafios e problemas que irão encontrar no futuro.

Na aprendizagem centrada no estudante, estes podem tornar a aprendizagem atual relevante para as demandas de seu futuro educacional ou profissional. A estrutura intrínseca e oculta de solução de problemas é transferível para necessidades atuais e futuras, independentemente do assunto, disciplina ou conteúdo. Os alunos experimentam em conjunto e praticam maneiras de adquirir e utilizar informações. Aprendem a regular o processo de forma apropriada, eventualmente encontrando protocolos de aprendizagem que funcionam para eles. Tendo em vista que a aprendizagem é autodeterminada e adquirida pelas próprias “escavações” ou estudos, os aprendizes se tornam participantes ativos, investindo e engajando-se pessoalmente na facilitação da própria aprendizagem. As recompensas se tornam internas e menos atribuídas pelo professor. A aprendizagem, o ritmo, o conteúdo, o estilo, a autoavaliação e a determinação dos recursos se tornam em esforço colaborativo entre professores e estudantes.

Os estudantes adquirem a habilidade de avaliar seus pontos fortes e fracos, de determinar suas próprias necessidades e de aprender a atender a essas necessidades.

Estudantes e professores compartilham a tarefa (muitas vezes árdua) de encontrar referências atualizadas e recursos que atendam às suas necessidades. Isto inclui aprender como obter e utilizar informações. Aprender a se tornar mais autodirigido e automotivado é um objetivo informal dentro desse modelo.

Desvantagens

A aprendizagem centrada no estudante cria muitos problemas organizacionais. Para aqueles não familiarizados com esse tipo de currículo, ele parece bagunçado e difícil de gerir.

Uma gama variada de recursos precisa estar disponível para se criar um ambiente de aprendizagem com um mínimo possível de restrições, a fim de permitir que todos os estudantes consigam facilmente atender às próprias necessidades educacionais. Problemas podem ocorrer devido à natureza não linear do currículo, que precisa ser menos estruturado para permitir que os estudantes passem mais tempo utilizando os recursos disponíveis da forma que eles acharem apropriada aos seus próprios projetos educacionais. O debate de ideias⁶ e o tempo para pensar durante uma aula podem não ser vistos como produtivos, a não ser que exista alguma evidência de um trabalho sendo feito. A avaliação⁷ precisa ser individualizada, pois os estudantes devem ser avaliados dentro do próprio contexto. As avaliações são baseadas nos objetivos dos próprios estudantes e em critérios mútua e previamente acordados.

Esta forma de trabalhar é uma vantagem para os estudantes, mas pode ser vista como uma desvantagem para os professores. É claro que os docentes determinam certos objetivos não negociáveis que qualquer escola precisa exigir de seus alunos. Assim, ao aceitarem

6 Do inglês *brainstorming*. Também utilizado quando queremos nos referir a “jogar ideias no papel”.

7 Na versão em inglês, o autor utiliza “*assessment and evaluation*”. Em português, a palavra “avaliação” é utilizada para ambos os termos.

uma posição nesse tipo de ambiente de aprendizagem, os discentes devem esperar dominar diversas competências.

A abordagem centrada no estudante pode criar insegurança em alunos, pais e corpo docente.

No começo, os estudantes se preocupam com sua capacidade de determinar o que eles precisam saber e com que profundidade. Muitos deles aprenderam a ser aprendizes passivos e não se adaptam facilmente ao modelo mais ativo deste método de aprendizagem. As qualidades da autodireção normalmente não são estimuladas em outros modelos e o período de transição pode ser frustrante para estudantes e professores. Inicialmente, os alunos parecem necessitados ou carentes de informações e muitos docentes podem não acreditar ou imaginar que esses estudantes possam aprender por conta própria. A aprendizagem centrada no estudante requer maturidade e disciplina dos alunos e diferentes estratégias educacionais. Nesse sentido, os professores que precisam ser capazes de facilitar, guiar e avaliar os estudantes como aprendizes individuais corresponsáveis pela própria aprendizagem. Estas são qualidades que os aprendizes (*lifelong learners*) precisam dominar e possuir. Muitos indivíduos adotam padrões de autodireção de aprendizagem apenas mais adiante, em períodos mais maduros da vida. Cabe às escolas fornecerem um tempo melhor para desenvolver estes padrões, quando o crescimento pessoal pode ser valorizado e monitorado por professores e pais.

Aprendizagem baseada em disciplinas

Este modelo é a organização escolar mais familiar e mais facilmente identificável, no qual o conhecimento e os demais processos são organizados em áreas conforme os assuntos e as disciplinas. Este modelo é geralmente formalizado depois dos anos iniciais do Ensino Fundamental⁸ e continua até a faculdade. Dentro das disciplinas, a aprendizagem pode ser organizada em uma hierarquia de conhecimentos básicos específicos que evoluem para conceitos mais avançados ou complexos. As metas dentro de cada área servem para que os alunos: alcancem um conhecimento geral do assunto; aprendam os conceitos importantes de forma profunda o suficiente; tenham um entendimento do campo de estudo em si; e apliquem conceitos desse campo a tarefas futuras. Novamente, este método é independente de formato, pois a aprendizagem baseada em disciplinas pode ser individualizada e levada conforme o ritmo pessoal do aluno. Ela pode ser centrada no professor ou centrada no aluno, desde que seja organizada e focada em uma área do conhecimento (matemática, geografia, ciências etc). Outras disciplinas podem desempenhar um papel no currículo, mas elas não são o foco e geralmente não participam das estratégias de avaliação.

Vantagens

Na aprendizagem baseada em disciplinas, os pontos finais ou os limites para a aprendizagem do estudante, assim como as sequências de aprendizagem, são definidos pela área de conhecimento.

8 Do inglês *elementary school level*. Alunos de 6 a 10 anos de idade.

Alcance e profundidade do conhecimento a ser desenvolvido são mais facilmente definidos por professores e estudantes. Os recursos em uma área do conhecimento específica também são mais facilmente identificados e colocados à disposição dos estudantes, bem como a definição do conteúdo curricular.

O modelo baseado em disciplinas parece eficiente porque os estudantes se dedicam às tarefas de memorização e/ou manipulação dos conceitos, estratégias e informações dentro de um foco restrito.

No modelo centrado no professor, a avaliação é facilmente projetada para coletar uma amostra da capacidade de memorização de conhecimentos e conceitos específicos, identificados pelo uso de estratégias de testes convenientes e bem estabelecidas.

Desvantagens

Na aprendizagem baseada em disciplinas, a informação adquirida não é convenientemente integrada com informações de outras disciplinas ou áreas do conhecimento.

A contextualização ou relevância fora da área da disciplina em questão é limitada. Isto é especialmente verdade para a Matemática, que raramente é usada em um contexto aplicável à realidade e pode limitar a habilidade dos estudantes em organizar a informação dentro da memória, exceto pela própria disciplina ou cursos.

A competência em conectar e integrar os conteúdos a uma área do conhecimento requer treinamento.

Se as conexões cognitivas entre as disciplinas ou áreas do conhecimento não são ativamente explicitadas durante o processo de aprendizagem, não se pode esperar que os estudantes intuitivamente desenvolvam essas conexões quando confrontados com problemas nos quais é possível aplicar informações de uma variedade de disciplinas.

A avaliação geralmente foca somente na disciplina em questão e na habilidade do estudante para lembrar-se de uma estreita e limitada quantidade de informação.

Por exemplo, um professor de Ciências avalia as respostas dos estudantes somente nos conteúdos dessa disciplina e não nos erros gramaticais ou no estilo de escrita. Outro exemplo é o professor de Matemática que apresenta problemas sem aplicações reais. O grau de competência dentro do modelo baseado em disciplinas tem uma definição estreita e pode não ser integrado ou multidisciplinar.

Aprendizagem baseada em problemas, temas ou tópicos

A aprendizagem baseada em problemas, temas ou tópicos, pode ser uma estratégia em muitas modalidades de ensino, mas se ajusta excepcionalmente bem em estilos de aprendizagem e ensino multidisciplinares e interdisciplinares. Estratégias instrucionais focadas em problemas podem também ser criadas para uma estreita faixa de conteúdo em uma única aula sem nenhuma

conexão com outras disciplinas. Portanto, ela pode existir de forma independente dentro de certos limites e ser empregada com sucesso como um recurso para muitas modalidades de currículos. Muitos modelos filosóficos podem ser usados como um quadro ou estrutura nos quais possam ser construídas experiências e perspectivas de aprendizagem. Em *Educational Imagination: On Design and Evaluation of School Programs*, Elliot Eisner (1985) descreve cinco orientações curriculares ou filosofias. A abordagem baseada em problema pode combiná-las muito bem.

O Desenvolvimento do Processo Cognitivo

A primeira filosofia enfatiza o desenvolvimento do processo cognitivo ao auxiliar os estudantes a “aprenderem a aprender”, garantindo oportunidades para utilizar e fortalecer as diferentes capacidades intelectuais ou domínios cognitivos que eles possuem. A mente é vista como uma coleção de instalações independentes ou aptidões. Ela compreende desde a habilidade de inferir e especular até a solução de problemas e a memorização. Portanto, focar em qualquer uma delas é contraproducente. Fortalecer os processos cognitivos dos estudantes permite que estes aprendam a lidar tanto com problemas futuros e atuais. Dessa maneira, simplesmente adquirir informação, fatos ou teorias deixa os estudantes em posição frágil para lidar com problemas futuros. Em vez disso, o processo, não o conteúdo, é transferido e enfatizado. O currículo é estruturado no modelo taxonômico de Bloom (1956) para o desenvolvimento cognitivo, desde funções cognitivas de baixo nível (conhecimento, aplicação etc.) até funções de alto nível (análise, síntese e avaliação). A proficiência em cada um desses níveis passa a ser o objetivo curricular. Os professores constroem situações problemáticas e estruturam tais situações em níveis cognitivos que

desafiam os estudantes e direcionam suas atenções para iniciar a abordagem do problema e, assim, a prática dos processos cognitivos.

Relevância Pessoal

A segunda filosofia enfatiza a relevância pessoal ao introduzir conteúdos e processos com significado pessoal. Essa abordagem é desenvolvida de local por local, sala de aula por sala de aula. Em termos de desenvolvimento, os professores projetam programas curriculares/ aulas em consonância com os estudantes, em vez de baseá-los em fontes externas à escola. A maior vantagem dessa orientação é o investimento pessoal criado pelo planejamento professores-estudantes. Os alunos são vistos como indivíduos que necessitam de escolhas e opções reais dentro das atividades curriculares para maximizar o potencial destes em atender e sanar suas necessidades de aprendizagem. Este modelo também encoraja a comunicação pessoal entre estudantes e professores. Sem essa troca, os docentes não estariam na posição de entender a individualidade da experiência dos alunos.

O Problema Técnico

Uma terceira orientação aborda o planejamento curricular como um problema técnico: definir resultados e escolher metas, objetivos e formas de medir e quantificar o que foi aprendido. O currículo possui obstáculos e barreiras (tarefas de aprendizagem) apropriados que foram preparados especificamente com esse propósito. Este modelo trata a aprendizagem como um produto. É um modelo industrializado que ordena que o currículo seja planejado de forma a enfatizar a responsabilidade final e fornecer evidências da eficiência educacional.

Adaptação e Reconstrucionismo Sociais

As duas últimas orientações são a adaptação e o reconstrucionismo sociais. A adaptação social pode ser melhor visualizada como resposta dos sistemas escolares ao *Sputinik*⁹. As escolas foram mobilizadas para produzir programas que pudessem preparar os estudantes para os desafios da Guerra Fria nas ciências e na tecnologia. As escolas e os programas existiam para produzir estudantes que poderiam resolver problemas sociais e manter a sociedade dos Estados Unidos globalmente competitiva.

O reconstrucionismo social possui uma abordagem temática que usa problemas sociais e temas controversos como veículos curriculares. O propósito não é ajudar os estudantes a se adaptarem à sociedade, mas sim a reconhecer os problemas reais e fazer algo a respeito. Imagine uma turma trabalhando na análise da Guerra do Vietnã. Uma vez concluída a análise, o professor poderia pedir que os estudantes transferissem esse conhecimento para um paradigma atual. Uma situação semelhante hoje requer considerações e entendimentos semelhantes para que eles possam dominar completamente os fatores envolvidos. Outro exemplo do uso posterior de um conceito, os estudantes poderiam criar e analisar um problema futuro. O tema poderia ser a criação de uma estrutura para evitar conflitos, não necessariamente para resolver uma situação atual.

9 Primeiro satélite artificial da Terra colocado em órbita pela antiga União Soviética durante a Guerra Fria

Combinando os Modelos:

Aprendizagem Baseada em Problemas, Temas ou Tópicos

Um bom discernimento pessoal e uma cuidadosa formulação, projeção e desenvolvimento podem produzir um currículo baseado em problemas que unifica essas orientações. O processo cognitivo, a relevância pessoal, o compromisso técnico e a orientação social são todos elementos da abordagem baseada em problemas.

Aprender a partir de condições problemáticas foi e continua sendo uma necessidade da existência e sobrevivência humana. Claramente, a aprendizagem baseada em problemas é um processo humano básico de aprendizagem fundamentado em padrões de raciocínio que permitiram aos primeiros humanos sobreviverem em seu ambiente. Reduzindo este conceito e aplicando-o a práticas específicas de salas de aula, pode-se afirmar que é uma extensão natural de um processo humano básico. Os estudantes assumem problemas e projetos relacionados à disciplina ou área do conhecimento como um estímulo e foco para a aprendizagem. Ao colocar isso em prática, eles exercitam e desenvolvem ainda mais suas habilidades de resolver problemas e raciocinar. Esta abordagem ou método de aprendizagem possui dois objetivos educacionais: a aquisição de um corpo integrado de conhecimento relacionado ao problema e o desenvolvimento e aplicação de habilidades de solucionar problemas e raciocinar.

A aprendizagem baseada em problemas é idealmente apropriada para aprendizagens centradas no estudante, autodirigidas e individualizadas. Em um modelo centrado no estudante, os discentes podem escolher um problema específico ou tema maior. Eles, então, projetam, desenvolvem e modificam o modo ou caminho da resolução do problema. Isto inclui decisões sobre o que

deve ser aprendido, quais recursos devem ser procurados e usados e como a comunicação do entendimento e resolução do problema deve ser apresentada. Os professores atuam como facilitadores e colaboradores.

A aprendizagem baseada em problemas pode também ser usada em uma abordagem centrada no professor, na qual este especifica o problema a ser tratado, a área a ser estudada e os recursos apropriados. Isto irá desenvolver as habilidades de resolução de problemas dos estudantes e os envolve na aquisição ativa de conhecimento, mas eles não precisam estar envolvidos no desenvolvimento ou criação do(s) problema(s). Novamente, a abordagem focada em problemas se encaixa nos modelos multidisciplinares e interdisciplinares.

Vantagens

A abordagem combinada proporciona vantagens para a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades essenciais necessárias em muitas carreiras.

Raramente a base de conhecimento e informação permanece estática. Na maioria das profissões, o conhecimento é dinâmico e requer saberes atualizados para o sucesso na solução de problemas contemporâneos. Informação, conceitos e habilidades aprendidos pelos estudantes são colocados na memória associada com o problema. Isto melhora a recordação e a retenção quando os alunos se deparam com outras questões nas quais a informação é relevante. Os problemas inserem ativamente esses dados em uma estrutura ou sistema cognitivo que pode ser aplicado a novos problemas. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e conexões mais

integradas podem ser criadas para um melhor entendimento de relações complexas.

Ao trabalhar com um problema desconhecido, os estudantes são forçados a desenvolver caminhos para a solução e diferentes formas de raciocinar.

Os estudantes precisam encontrar a informação, analisar e sintetizar os dados disponíveis, desenvolver projetos para a solução de problemas e continuamente ajustar e avaliar esse projeto. Isto ajuda no desenvolvimento de qualidades essenciais como autonomia e autoconfiança. Quando o conhecimento é centrado em um projeto ou problema, os estudantes podem ver a relevância do que eles devem aprender, particularmente a importância do conhecimento básico que é integrado e requerido pelo processo de solução dos problemas.

Uma recompensa adicional da aprendizagem centrada no estudante e baseada em problemas é a descoberta pelos professores de que esse método é divertido, recompensador e um meio mais natural de colaboração e interação entre eles e os estudantes. Nesse contexto, os docentes se transformam em colaboradores. Em salas de aula mais tradicionais, no entanto, os professores constroem uma relação de hierarquia com seus discentes. Na realidade, porém, eles podem construir relações mais próximas de trabalho com três a seis estudantes por classe. Diante disso, podemos inferir que ou os outros estudantes não querem esse tipo de interação ou não existe tempo para promover essas relações. Muitos pais e outros educadores profissionais sentem que esse tipo de relação se torna uma força positiva para o sucesso dos aprendizes. Os estudantes

não podem passar despercebidos ou não serem notados. Assim, uma vez acostumados com esse estilo de aprendizagem, os alunos tornam-se mais animados e engajados, mostram comportamentos mais maduros, desenvolvem habilidades seguras de raciocínio e aprendizagem e adquirem uma sólida fundamentação de conhecimentos básicos. A atmosfera da sala de aula e o ambiente de aprendizagem refletem mais claramente um local de trabalho adulto.

Desvantagens

O sucesso da aprendizagem baseada em problemas e centrada no estudante depende da autodisciplina deles para trabalharem com problemas desconhecidos e possivelmente complicados.

Desta maneira, o currículo irá desafiar o desenvolvimento de habilidades para resolver problemas e estimular uma relevante aprendizagem autodirigida. Estudantes que desconhecem esta metodologia algumas vezes têm dificuldade de lidar com situações de aprendizado cujas soluções são abertas, com poucas fontes diretas de “respostas certas”. Frequentemente, eles podem ficar frustrados com soluções construídas em muitas etapas ou ter dificuldades em identificar os conceitos fundamentais que deveriam ter entendido ao longo do problema e da solução.

Os professores precisam ter as habilidades necessárias para orientar e guiar os estudantes, além de elaborar,

produzir ou montar materiais para aprendizagem baseada em problemas.

Já que os estudantes aprendem de forma diferente, as suas “lâmpadas” nem sempre se acendem ao mesmo tempo. Aqueles advindos de ambientes de aprendizagem mais passivos podem não se adaptar rapidamente aos seus novos papéis e expectativas. Pode haver uma quebra de continuidade no estilo de aprendizagem dentro de uma mesma escola ou entre escolas.

Além disso, diversas outras preocupações frequentemente enfraquecem o valor dado à aprendizagem baseada em problemas. A experiência tem mostrado que essas preocupações não têm fundamento se a aprendizagem baseada em problemas for corretamente implementada. Os estudantes, se adequadamente orientados e guiados, podem aprender o currículo básico em qualquer área e com qualquer profundidade ou rigor. O fato mais importante no uso efetivo pelos alunos da aprendizagem baseada em problemas é o claro entendimento dos objetivos e resultados, tanto durante como no fim da experiência. Metas, objetivos e expectativas claros garantem aos estudantes e aos professores as diretrizes para as áreas e na profundidade que eles precisam buscar ao trabalhar com o problema. Assim, um entendimento técnico sobre um determinado conceito pode ser necessário e esperado para que seja possível lidar plenamente com o problema. Tanto a sua complexidade quanto a sua avaliação podem forçar a necessidade de conhecer e acabar sendo a força invisível de motivação. Algumas preocupações com relação a aprendizagem baseada em problemas são indicadas a seguir.

Este método pode enfatizar o processo em detrimento da aprendizagem de conhecimentos básicos.

No entanto, os problemas podem ser construídos e coreografados para que os alunos utilizem conhecimentos específicos no contexto do problema. Algumas filosofias instrucionais não estão tão preocupadas com a cobertura do conteúdo à custa da experiência de um problema realista. Novamente, a cobertura do conteúdo não garante a retenção, o entendimento e o uso funcional da experiência educacional.

Os professores podem sentir insegurança – uma vez que os estudantes estão indo para tantas direções, a aprendizagem e o ensino parecem bagunçados.

Na aprendizagem baseada em problemas, carteiras e estudantes não estão alinhados e a sala de aula pode ser barulhenta. Estes problemas podem ser superados pela adoção de novas expectativas, responsabilidades e consequências para os estudantes. Qual o melhor lugar para começar a aprender comportamentos apropriados?

A aprendizagem baseada em problemas pode parecer ser um meio ineficiente de aprender.

Quando confrontados com um problema não familiar, os estudantes precisam de um tempo considerável para debater,

entender e começar a estruturar os caminhos de solução. Pelo fato de tantas áreas importantes e relevantes, além de temas paralelos e outras conexões, precisarem ser estudadas em qualquer problema, pode parecer que uma quantidade irregular de tempo precise ser despendida para completar o trabalho. Os professores atuam como tutores, treinadores e guias nesse contexto, estreitando o foco e identificando caminhos válidos, objetivos e metas a serem alcançados. De fato, existe pouca ineficiência porque as habilidades organizacionais e o conhecimento se tornam uma base real para entender outros problemas em diferentes situações.

Esse método de aprendizagem não facilita diretamente a habilidade dos estudantes de passar em testes padronizados que avaliam principalmente a assimilação de fatos isolados e conceitos.

Convém lembrar, porém, que a assimilação e a retenção ocorrem melhor quando estudantes são confrontados com problemas, não quando eles são confrontados com questões orientadas para o assunto fora de um contexto relevante. Depois que completam sua educação formal, os alunos raramente encontram esse tipo de avaliação novamente. A avaliação baseada em problemas necessita de diferentes tipos de ferramentas que avaliam a habilidade de trabalhar com problemas e aplicar as informações aprendidas para si ou para a solução desses problemas. Esta é a maneira pela qual a maioria dos adultos é avaliada no mundo fora das salas de aula. A avaliação baseada em problemas mais claramente reflete expectativas relevantes e autênticas para o desenvolvimento da carreira.

Os pais normalmente não ficam confortáveis com esse estilo de ensino e aprendizagem.

Os pais, na grande maioria dos casos, não aprenderam desta maneira. Eles precisam ser ensinados em como ajudar suas crianças e se sentirem confortáveis com esse estilo de ensino e aprendizagem. A eficiência da abordagem baseada em problemas tem sido estudada em muitas escolas de medicina nas quais a resolução de problemas bem-sucedida é o maior objetivo da educação médica. Estes estudos mostraram que se leva até seis meses para que estudantes de programas mais tradicionais se acostumem com essa abordagem. Esta “perda” de tempo pode ser um problema para pais, professores e estudantes. Estudos de escolas médicas holandesas indicam resultados comparáveis entre programas tradicionais e programas baseados em problemas (Schmidt, Dauphinee & Patel, 1987)¹⁰. Currículos baseados em problemas parecem garantir um clima educacional mais amigável e convidativo. Tal clima educacional facilita atitudes positivas, maior motivação e garante um sistema efetivo para o processamento e a retenção de informações novas.

Uma Discussão Final

A aprendizagem baseada no professor se baseia em aulas expositivas, sistemas específicos de transmissão e avaliação baseada na memória. A aprendizagem baseada no estudante se baseia em estudos mais individualizados ou mais autodirigidos. Com uma correta mistura de estudantes, não há dúvida de que a aprendizagem baseada no

10 No livro, o autor cita somente (Schmidt, 1987), e esta citação está incompleta. Optamos por inserir os demais autores.

professor é um meio eficiente para cobrir grandes quantidades de informação. A *aprendizagem baseada no estudante* pode ser mais bem estruturada com unidades de autoestudo de um tipo ou de outro. Esta abordagem está associada a um estilo de currículo integrado, multidisciplinar e interdisciplinar. É importante, no entanto, ver essas abordagens como sendo algo independente do formato do conteúdo. Palestras podem ser baseadas nos estudantes se eles recebem informações sobre assuntos que eles consideram importantes ou se os estudantes forem os palestrantes. O autoestudo pode ser *baseado no professor* se o docente estrutura as unidades, especifica as leituras e outras experiências que devem ser realizadas, além de especificar o tempo que deve ser gasto e os resultados esperados.

A *aprendizagem baseada em conteúdos* pode incluir alguns aspectos da abordagem *baseada em problemas*, com problemas originados de um conteúdo específico ou focados em uma disciplina com pouca integração de informações e conceitos de outras disciplinas. A *aprendizagem baseada em problemas*, no entanto, geralmente apresenta uma abordagem mais holística. A *aprendizagem baseada em problemas* é a aprendizagem que resulta do processo de trabalhar em direção ao entendimento ou da resolução de um problema. Os modelos curriculares desenhados dessa maneira podem simular mais claramente as habilidades e condições requeridas por muitas carreiras e pela vida em geral.

Os modelos *baseados em problemas* guiam e engajam os estudantes na aquisição de conhecimento ao mesmo tempo em que eles desenvolvem protocolos mais universais de aprendizagem. As experiências de *aprendizagem baseadas em projetos interativos ou baseadas em problemas* criam um contexto dinâmico para a aquisição do conhecimento e dos processos ensinados em escolas. Em vez de ter estudantes aprendendo fatos isolados e procedimentos sem

aplicações diretas, este tipo de aprendizagem convida e motiva os estudantes a aprenderem a criar soluções para problemas relevantes ou completar projetos em um contexto menos planejado e mais autêntico. A *aprendizagem baseada em problemas* coloca a responsabilidade da educação nos estudantes, sendo estes os mais interessados em seu progresso educacional.

O conhecimento e a informação que derivam da investigação de um problema criam um claro significado para o entendimento e a administração da informação e do problema. Em problemas integrados e interdisciplinares, a ênfase em cada assunto está relacionada com a sua habilidade de gerar ferramentas importantes e conhecimento. A colaboração interdisciplinar e as conexões são acentuadas e fomentadas. Os estudantes são capazes de avaliar as fontes de informação e têm oportunidade de aplicar seus conhecimentos imediatamente.

Referências

- Barrows, H.S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*. New York: Springer.
- Barrows, H.S., & Tamblyn, R. (1980). *Problem-based learning: an approach to medical education* (Vol 1). New York: Springer.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Handbook 1, cognitive domain. New York: David McKay Company
- Eisner, E. (1985) *Educational Imagination: On Design and Evaluation of School Programs*. New York: Mcmillan.

Kaufman, A. (1985). *Implementing problem-based medical education*. New York: Springer.

Schmidt, H. G., Dauphinee, W. D., & Patel, V. L. (1987). Comparing the effects of problem-based and conventional curricula in an international sample. *Academic Medicine*, 62(4), 305-15.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Renato Matos Lopes

Neila Guimarães Alves

Max Fonseca Pierini

Moacelio Veranio Silva Filho

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), na língua inglesa “Problem-Based Learning (PBL)”, foi sistematizada pela primeira vez em 1969 no curso de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá, que a utiliza até hoje. Em 1970, essa prática pedagógica foi introduzida nos Estados Unidos (EUA) no curso de Medicina da Universidade do Novo México e, na década de 1980, no curso de Medicina de Harvard. Na mesma época, a ABP foi implantada no curso de Medicina da Universidade de Maastricht (Holanda), hoje uma das referências mundiais nessa metodologia, e relacionada aos trabalhos de maior impacto na área no período entre 1945 e 2014 (Pinho et al., 2015). No Brasil, foram pioneiros os cursos de Medicina de Marília (1997) e de Londrina (1998), assim como os cursos de pós-graduação em Saúde Pública da Escola de Saúde Pública do Ceará (Batista et al., 2005).

Na Educação Básica, a utilização da ABP é defendida por muitos autores (Glasgow, 1996; Delisle, 1997; Torp e Sage, 2002; Kain, 2003; Lambros, 2004; Hallinger e Bridges, 2016) e vem sendo aplicada em um grande número de países ao redor do mundo, entre eles o próprio EUA (Rivet e Krajcik, 2008; Wirkala e Kuhn, 2011), Canadá (Mehrizi-Sani, 2012), Alemanha (Ihsen et al, 2011), Coréia (Kim e Pedersen, 2011) e China (Wong e Day, 2009).

No Brasil, estudos revelaram que a aplicação da ABP na Educação Básica ainda é incipiente (Lopes, 2011). Alguns exemplos de trabalhos sobre o tema podem ser encontrados na literatura. Dentre eles, podemos destacar um trabalho sobre a atuação docente na ABP no Ensino Médio (Klein, 2013), no qual a autora destaca diferenças entre a abordagem da ABP e do ensino tradicional. Em outro estudo, foi avaliada a percepção dos alunos em relação à aplicabilidade da ABP no ensino de Matemática em um curso de Ensino Médio de um Instituto Federal em Roraima (Bezerra e Santos, 2013). Os resultados desse estudo apontam a ABP como abordagem instrucional com potencial de aproximar o ensino da Matemática à realidade dos alunos. Na esfera da Biologia, uma análise da motivação de estudantes e professores sobre a utilização da ABP em uma escola pública de Ensino Médio revelou uma maior motivação dos alunos e professores para a possibilidade da utilização imediata da metodologia na escola, a despeito das restrições atuais de infraestrutura (Malheiro e Diniz, 2008).

Lopes e colegas (Lopes et al., 2015) publicaram uma proposta curricular para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública. O trabalho defende a integração entre formação profissional e ensino propedêutico no Ensino Médio a partir do uso da ABP. Na proposta, a lógica da estrutura curricular não se fundamentaria

mais em disciplinas clássicas das análises clínicas ou do Ensino Médio, tais como bioquímica, biossegurança, biologia ou química, mas sim no uso das principais tecnologias que são empregadas nos laboratórios centrais de saúde pública (microscopia, volumetria, espectrofotometria, cromatografia e eletroforese); e das principais matrizes utilizadas nesses laboratórios, como água, alimentos, urina, fezes e sangue.

A Estrutura Básica da ABP

A ABP é uma estratégia instrucional que se organiza ao redor da investigação de problemas do mundo real. Estudantes e professores se envolvem em analisar, entender e propor soluções para situações cuidadosamente desenhadas de modo a garantir ao aprendiz a aquisição de determinadas competências previstas no currículo escolar. As situações são, na verdade, cenários que envolvem os estudantes com fatos de sua vida cotidiana, tanto da escola como de sua casa ou de sua cidade. Para Torp e Sage (2002, p. 15), a ABP tem três características principais:

- Envolve os estudantes como **parte interessada** em uma **situação-problema**;
- Organiza o currículo ao redor desses problemas holísticos, espelhados no mundo real, permitindo ao estudante **aprender de uma forma significativa e articulada**; e
- Cria um ambiente de aprendizagem no qual os **professores orientam o pensamento e guiam a pesquisa** dos alunos, facilitando níveis profundos de entendimento da situação-problema apresentada.

Nesse contexto, a ABP é uma estratégia de ensino e aprendizagem que envolve a identificação do problema em situações complexas, baseadas na vida real, e a busca de suas possíveis soluções. Este trabalho é realizado por pequenos grupos de estudantes, chamados de *grupos tutoriais*, supervisionados por um professor, que recebe o nome de *tutor*. Esses grupos atuam sob uma estrutura composta de *ciclos de aprendizagem* que envolvem estudantes e professores (Torp e Sage, 2002; Kain, 2003; Hmelo-Silver, 2004).

Cada ciclo é formado por momentos específicos (Figura 1). O primeiro momento é o de formular e analisar o problema. Uma vez apresentados à situação-problema, os grupos são orientados a: 1) identificar as informações fornecidas (cenário do problema) e o que cada um dos membros do grupo possui de conhecimentos prévios sobre a temática em questão (identificar os fatos); 2) esboçar algumas ideias (gerar hipóteses) para a resolução do problema central identificado na situação em questão; 3) identificar as informações que julgarem necessárias (identificar deficiências ou “lacunas” de aprendizagem) para resolver a questão levantada.

O segundo momento do ciclo de aprendizagem (estudo autodirigido) é caracterizado pela aprendizagem individual e autodirigida. As informações identificadas como importantes de serem coletadas para uma melhor compreensão do problema e a definição das estratégias a serem seguidas no momento da resolução, serão pesquisadas para que, mais tarde, sejam compartilhadas e discutidas com outros integrantes do grupo.

No terceiro momento, os alunos voltam a se reunir, agora com novas e diferentes informações, que deverão ser aplicadas, compartilhadas, debatidas e avaliadas até que o grupo alcance uma ou mais novas conclusões. Se o problema for resolvido a contento,

o grupo redige um relatório final com a solução. Se isso não ocorre, um novo ciclo se inicia. Em todas as etapas, os estudantes produzem registros de suas atividades, que podem ser utilizados pelo professor como instrumentos de avaliação. O ciclo de aprendizagem descrito acima pode se repetir quantas vezes forem necessárias para que o grupo esgote suas possibilidades e conclua, oferecendo uma solução para o problema (Torp e Sage, 2002; Kain, 2003; Wood, 2003).

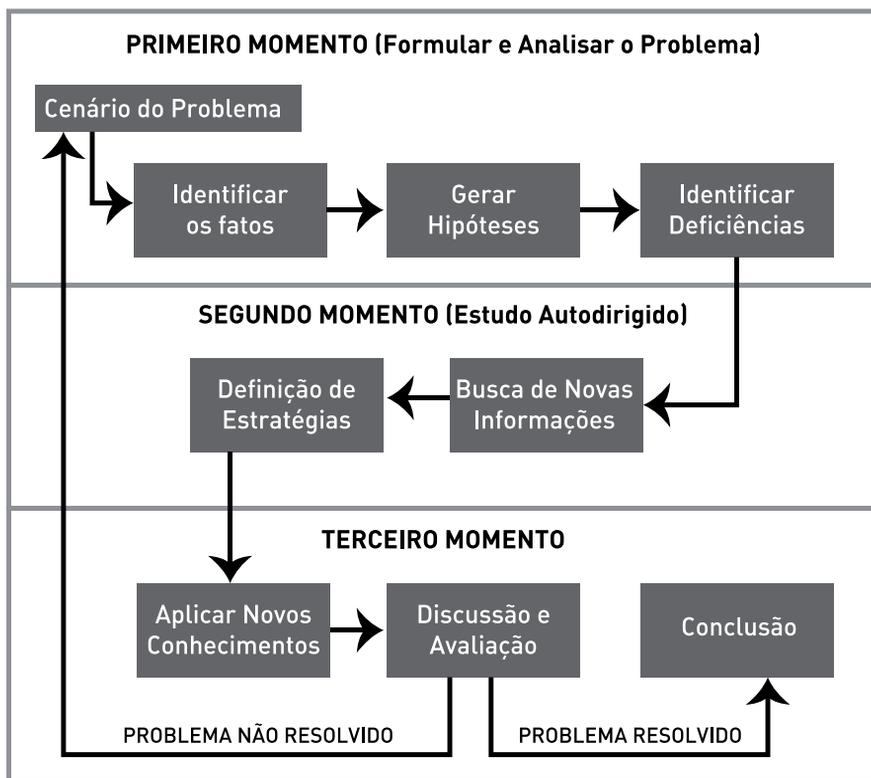


Figura 1 - O ciclo de aprendizagem na ABP (modificado de Hmelo-Silver, 2004).

Na ABP, a aprendizagem sempre se dá ativando conhecimentos já existentes, que são compartilhados no grupo e norteiam os

momentos de estudos individuais. Também no grupo, o debate proporcionado confronta os conhecimentos novos, obtidos individualmente, com as ideias dos demais membros do grupo. Avaliar e decidir os melhores caminhos são tarefas coletivas e, no final, o conhecimento é compartilhado com todos. Os ciclos de estudos independentes e momentos coletivos de discussão e avaliação motivam os estudantes e criam um ambiente crítico, conduzindo o grupo para soluções mais aprofundadas e fundamentadas. Sendo o problema um espelho da vida real, os estudantes são condutores ativos das hipóteses que precisam ser apresentadas, debatidas e aceitas pelo grupo. Esta é uma prática que vem sendo muito usada. “Aprender e trabalhar em pequenos grupos parece natural. É humano”, diz Mennin (2007 p. 304).

Conceitos Importantes

Nas seções que seguem, cuidaremos da definição de termos e conceitos-chave para a compreensão da ABP. Os termos abordados são os usualmente utilizados na literatura em língua portuguesa. No entanto, em alguns casos, julgamos necessário tecer comentários referentes aos termos originais em língua inglesa de modo a facilitar a adequada compreensão de seu significado no contexto da ABP.

A Situação-Problema

A característica básica da ABP é a resolução de problemas. O problema inicia ou dispara o processo de ensino e aprendizagem nessa estratégia. Tal característica proporciona à ABP uma

abordagem completamente diferente do ensino tradicional quanto às atividades direcionadas para a aprendizagem dos alunos (Hung, 2009).

De modo diverso dos problemas abordados tradicionalmente nas escolas, que geralmente apresentam informações de conteúdo e avaliam os estudantes de forma descontextualizada, os problemas utilizados na ABP são espelhados na vida real (Hung, 2009), *situações-problema* autênticas, propostas para que os estudantes desenvolvam soluções. Tratamos a seguir dos aspectos gerais de uma *situação-problema* utilizada em metodologias como a ABP.

O contexto interdisciplinar

Como recortes da realidade, problemas devem ter um contexto interdisciplinar e seus desdobramentos devem contemplar as diversas disciplinas do currículo. Assim, professores das diversas áreas do conhecimento participam da construção de um problema. Na literatura é usado o termo *team teaching* para definir essa situação. Este termo é empregado para designar um ambiente de ensino onde trabalham diversos professores, de diversas especialidades, de forma integrada e dentro de um projeto escolar bem definido. Diferente de alguns projetos que são executados por vários professores como uma atividade extracurricular, a ideia de *team teaching* é de um ambiente de ensino no qual são trabalhados os conteúdos curriculares por diversos professores simultaneamente, de forma organizada e previamente definida no currículo escolar.

As experiências interdisciplinares no Brasil, mesmo não sendo, algumas vezes, uma definição da escola, envolvem um grupo de

professores que, voluntariamente, se organizam para um trabalho em conjunto. Tais experiências muito se assemelham à modalidade de organização dos professores descrita acima.

A Estrutura de uma Situação-Problema

Na Literatura, uma situação-problema da ABP é definida como um *ill-structured problem*. O prefixo *ill-* deriva do substantivo *ill*, que significa doente e introduz em inglês a ideia de algo que não é suficiente (*not enough*), que está incompleto (Longman DCE). A tradução literal do termo *ill-structured problem* seria “problema mal-estruturado”. Porém, traduzido desta forma, o termo transmite a ideia de um problema *malfeito*, inadequado ou *mal formulado*. Não é esta a proposta apresentada pela ABP. O seu antônimo, *well-structured problem*, é um “problema bem-estruturado”, ao qual o estudante responde por meio da aplicação de um algoritmo apropriado. Nesses casos, não raro, as informações necessárias para a resolução encontram-se descritas no enunciado, cabendo ao aluno apenas juntar as peças do “quebra-cabeça” de maneira adequada para encontrar a solução. São problemas como os encontrados em testes de matemática, por exemplo, em que há apenas uma resposta correta a ser encontrada pelo estudante com a aplicação das fórmulas aprendidas previamente em sala de aula.

No caso de um *ill-structured problem*, o cenário apresentado geralmente não possui todas as informações necessárias para a sua solução, gerando uma série de questionamentos sem respostas imediatas, os quais deverão ser investigados pelos alunos. Na ABP, o problema central é uma situação complexa que não possui apenas uma resposta considerada certa; não tem somente uma

solução possível. Os problemas espelham o mundo real, por isso as informações sobre o problema são muitas vezes conflitantes, não devendo estar arrumadas para facilitar o entendimento. Na vida real os alunos encontrarão uma complexidade na qual as informações, as opiniões e os valores das pessoas podem estar em conflito. Estas características exigem do estudante uma reflexão sobre o problema e a busca de uma solução elaborada por ele mesmo, que não seja a mera reprodução de informações encontradas em livros. No livro “*How to use problem-based learning in the classroom*”, de Robert Delisle (1997), é possível encontrar a tradução de *ill-structured* como “estruturação incompleta”, que pode introduzir a ideia de algo propositalmente incompleto. Este não é o caso. De fato, há informações que deverão ser coletadas pelos alunos caso as julguem necessárias, mas as informações ausentes no relato dos problemas assim o são porque esta é a descrição de um cenário encontrado no cotidiano da escola, do trabalho de um profissional ou da vida. Na vida real dificilmente somos apresentados a todas as informações e recursos de que necessitamos para solucionar um problema.

Outras palavras que costumam estar associadas à *ill-structured* são *messy* (desarrumado, confuso, bagunçado) e *real-world* (mundo real). Na abordagem desses problemas do mundo real, os aprendizes precisam se preocupar com “pontos de vista” e criar argumentos que “justifiquem” a sua hipótese. Em outras palavras, alguém responde a um *well-structured problem* com uma resposta final que pode estar correta ou não, mas responde a um *ill-structured problem* com uma declaração e uma justificativa, que pode ser discutida até que se chegue a uma conclusão. Torp e Sage (2002) fazem uso do termo “*situação problemática*” para se referir ao processo de organização do currículo escolar na ABP.

Além de uma estrutura complexa que exija reflexão e discussão por parte dos estudantes, as situações-problema devem proporcionar o desenvolvimento de habilidades específicas do currículo. Os problemas devem ser trabalhados em um tipo de abordagem que contextualize o conteúdo de aprendizagem, os conhecimentos e habilidades aprendidas pelos estudantes durante o curso (Hung, 2009). Portanto, na construção de um caso investigativo deve ser levada em consideração a utilidade pedagógica para o currículo da situação proposta no problema (Sá e Queiroz, 2010), ou seja, os conteúdos do currículo escolar que devem ser contemplados durante o processo de resolução do problema. Ademais, um problema bem elaborado deve, como já enfatizamos, possibilitar conexões com o conhecimento prévio dos estudantes, ser relevante para eles, de modo a tornar os conteúdos relacionados *potencialmente significativos*. Deve possuir componentes atuais e que despertem o interesse dos alunos pela narrativa do caso, inserindo os estudantes em um clima de tomada de decisão (Sá e Queiroz, 2010). Em situações-problema desse tipo, os alunos são envolvidos como *parte interessada* na resolução da questão.

Tutor, o Professor como Orientador

O termo usual na literatura para definir o professor na ABP é tutor. O mesmo termo é utilizado em experiências com ABP no Brasil. Vale ressaltar que, atualmente em nosso país, o termo tutor é polissêmico e pode ser usado também fora de ambientes convencionais de aprendizagem. Assim, é relevante enfatizarmos que, não raro, a simples generalização de um termo pode não condizer com a real intenção de seu uso em outras línguas e tornar-

se uma expressão das dificuldades de importação de modelos sem as devidas adaptações culturais.

O professor é uma figura imprescindível e com função bem definida na ABP. No caso do termo *tutor*, dada sua polissemia, a simples utilização, desconectada do seu significado na metodologia, pode gerar confusões a respeito do papel que ocupa o tutor da ABP. Nos dicionários brasileiros, a palavra *tutor* possui como significado a figura de tutela do Direito, ou seja, aquele que protege ou defende os interesses de alguém – o guardião. Tal entendimento está relacionado à origem da palavra em latim, que vem de *tueri*, que indica “olhar”, “proteger”, “guardar”. Outra utilização bem difundida atualmente para o termo *tutor* designa o profissional que trabalha com alunos no Ensino Aberto e a Distância (EaD), modalidade que vem crescendo bastante no país. Para evitarmos uma compreensão que não condiz com o tutor na ABP, cabe aqui uma distinção.

Com base em nossa interpretação da metodologia, a ideia que melhor facilita o entendimento das funções do tutor é a de um “professor orientador”. Alguns autores indicam que a função do professor na ABP se assemelha mais a um guia (Delisle, 1997; Glasgow, 1996) ou a um facilitador. Segundo Torp e Sage (2002), a palavra inglesa *coach*, cuja tradução literal é “treinador” ou “instrutor”, expressa melhor as funções do tutor nos grupos de estudo daquela metodologia. As autoras também indicam que o tutor funciona como um “treinador cognitivo”, indicando caminhos e formas de estudo aos alunos. Kain (2003) ressalta outra função importante para o professor, que é a de conselheiro (do inglês *counselor*). O autor destaca a importância do tutor como um modelo para os alunos, exercendo, em alguns momentos, a figura de “confidente”.

Um tipo de relação entre estudantes e professores semelhante à estabelecida na ABP é a que ocorre nos cursos de pós-graduação

stricto sensu com a figura do “orientador”, ideia que pode representar bem o papel do tutor em sua relação com os grupos de estudo da ABP. Porém, além da função de orientador, os professores poderão atuar como professores tradicionais ou como consultores em determinados momentos no decorrer dos ciclos de aprendizagem da ABP, discutindo e expondo temas específicos, norteando o trabalho. Esta atuação poderá ocorrer através de palestras ou de pequenos cursos em temas que sejam bastante específicos ou com um alto grau de complexidade, por exemplo. Desta forma, nos cursos baseados em ABP, a ideia do papel de “orientadores” e “professores”, que já possuem significados suficientemente claros na educação brasileira e que indicam, de forma bastante objetiva duas funções pedagógicas distintas, mas complementares no processo de ensino-aprendizagem, pode nos remeter a um significado mais adequado das funções atribuídas ao tutor na ABP. Deste ponto em diante, utilizaremos o termo **professor (professor orientador) como sinônimo de tutor** na ABP.

O Aprendiz como Parte Interessada no Problema

Os problemas propostos em metodologias como a ABP devem envolver os estudantes para uma tomada de decisão. Na literatura de língua inglesa, é usada a palavra *stakeholder*. O vocábulo tem sua origem na área de Administração e indica as pessoas ou instituições interessadas nas ações ou nos produtos de uma determinada empresa. É alguém que investe seus recursos em uma proposta. O uso desta palavra entre os teóricos da ABP tem a intenção de atribuir aos alunos o mesmo peso de investidora em uma questão de interesse que existe no ambiente empresarial.

Como vimos, durante o ciclo de aprendizagem da ABP, os estudantes se encontram imersos na resolução de um problema, que não é óbvia e tampouco está contida em seu enunciado. A técnica requer que os estudantes avancem mais refletidamente e com mais esforço do que em exercícios que exigem memorização mecânica, permitindo o alcance de níveis que necessitam do desenvolvimento de competências cognitivas mais avançadas (Delisle, 1997).

Para que esse aprofundamento ocorra a contento, a situação-problema deve ser elaborada de maneira a despertar o interesse dos estudantes (Sá e Queiroz, 2010), fazendo relações com seus conhecimentos prévios e motivando a participação ativa. Os casos a serem resolvidos devem abarcar situações que os estudantes poderiam enfrentar em seu cotidiano. O aprendiz na ABP entra na situação-problema e se apropria dela. É importante que o papel dos estudantes na resolução faça com que eles naturalmente tenham algo a dizer (Torp e Sage, 2002), ou melhor, que sejam *parte interessada* na busca da resposta.

A ABP no Contexto do Ensino Médio

Estudantes e professores assumem novos papéis na ABP. Estes novos papéis precisam estar muito claros para que a ABP possa ser executada da melhor maneira possível para a aprendizagem dos estudantes. Da mesma forma, a estrutura da escola precisa ir além das classes coletivas tradicionais e comportar os grupos de estudo (grupos tutoriais).

Para a implementação da ABP é necessário imaginar uma adaptação entre a proposta inicial desta prática pedagógica na

formação de médicos e outros profissionais universitários e esta mesma prática na educação básica, em especial na educação pública obrigatória. Vamos tentar destacar as principais diferenças nos papéis desempenhados pelos principais atores desse processo - estudantes e professores - e também as diferenças de alguns aspectos entre a Educação Superior e a Educação Básica.

Adaptação da Situação-Problema como Unidade Básica

Na proposição inicial da Universidade de McMaster (Canadá), os formuladores do novo currículo médico tinham como principal preocupação garantir que os estudantes fossem capazes de aplicar conhecimentos dos cursos básicos na prática clínica. Para tanto, pequenos grupos de estudantes recebiam as informações sobre casos clínicos reais e tinham que lidar com esses dados na busca de um diagnóstico ou de uma prática terapêutica. A intenção era estabelecer um aprendizado das questões biomédicas básicas em um ambiente de aplicação imediata dessas informações, garantindo uma melhor compreensão e apreensão dos novos conhecimentos. Esses conhecimentos adquiridos baseados na realidade são mais facilmente aplicados pelos futuros médicos no momento de sua prática clínica do que quando os estudos são do tipo “responder nas provas e depois esquecer” (Neville e Norman, 2007).

O caso clínico para o médico, a construção de uma ponte para o engenheiro ou um processo no tribunal para um advogado são situações típicas de cada uma dessas profissões que podem se tornar uma situação-problema em um currículo baseado na ABP. Porém, na Educação Básica, não é possível prever em que situação profissional um determinado aprendizado terá que ser aplicado.

Os estudantes poderão estar trabalhando em qualquer assunto ou tema pertencente ao currículo escolar, mas precisarão fazer cálculos, interpretar leituras complexas ou decidir entre estratégias tecnológicas. Dessa forma, é necessário que os estudantes trabalhem com cenários mais generalistas e que sejam mais comuns na vida cotidiana de qualquer pessoa. Ademais, esses cenários precisam garantir o aprendizado das competências previstas no currículo escolar em vigor, respeitando as características de cada escola.

Na ABP, a situação-problema é a base da estrutura curricular e não mais a aula, ou o “tempo”, ou o “horário”. Terminologias comuns no Brasil que não se enquadram nessa proposta: “hoje eu tenho dois tempos de biologia ou duas aulas de matemática”; “o primeiro horário é de educação física e o último horário é de química”. O chamado “tempo”, ou hora/aula, é uma divisão do dia de trabalho de estudantes e professores e que corresponde aproximadamente a 50 minutos de aula. Durante esse “tempo de aula”, o professor de biologia, por exemplo, geralmente só trabalha conteúdos relacionados com a biologia, o mesmo acontecendo com as demais disciplinas.

A substituição da aula, ou do “tempo”, pela situação-problema traz uma nova unidade de medida para as tarefas escolares. Ainda que continuem os “tempos” como prática escolar, na utilização de metodologias como a ABP, tais convenções não servirão mais para separar conteúdos ou finalizar um determinado assunto, já que o esforço de aprendizagem é contínuo até uma resolução satisfatória do problema que está sendo trabalhado. O fim de uma sequência de ciclos de aprendizagem com a resolução do problema proposto será o momento em que alunos e professores farão uma espécie de balanço do que foi aprendido e uma avaliação das competências que foram alcançadas durante a tarefa escolar.

O Estudante na ABP

Estudante é o aprendiz de uma escola. Aprendiz é todo aquele que está recebendo novas informações, independentemente de ser membro de uma escola ou de outro processo formal de ensino. Esses são os entendimentos que iremos adotar daqui por diante. Como a função do estudante nos cursos expositivos já é bem conhecida, o que importa aqui é a apresentação do papel do aprendiz na ABP.

Os Estudantes Desenvolvem a Habilidade de “Aprender a Aprender”

Na resolução de uma situação-problema, os estudantes são orientados pelo professor, que os guia sutilmente no percurso, a fazer uma avaliação do desempenho. Essa função do professor orientador é fundamental para clarificar o percurso no sentido de os aprendizes assumirem o papel de ativos no processo (Delisle, 1997). Assim, os estudantes, ao trabalharem em ciclos de aprendizagem com o intuito de resolver o problema proposto, tornam-se capazes de identificar o que devem aprender para alcançar seus objetivos. Compartilhando o que descobrem, identificam o que mais precisam conhecer e refinam seus relatórios conforme aprendem mais, antes de estarem prontos para considerar algum tipo de solução para o problema (Torp e Sage, 2002). A ABP, desse modo, permite que os estudantes assumam a responsabilidade pela própria aprendizagem (Araz e Sungur, 2007); motivados pelas suas pesquisas, os estudantes tornam-se aprendizes autodirigidos (Torp e Sage, 2002). No capítulo 4, esse assunto é abordado com mais profundidade.

Os Estudantes Aprendem de Maneira Colaborativa

A aprendizagem colaborativa pode ser definida como uma construção coletiva do conhecimento, que emerge da troca entre pares, das atividades práticas, reflexões, dos debates e questionamentos dos aprendizes em processo mediado por professores (Torres, 2007).

Os estudantes na ABP assumem papéis definidos e essas funções mudam a cada situação apresentada e os momentos de discussão são sempre registrados (Wood, 2003). Os grupos possuem geralmente de oito a dez estudantes, a etapa de discussões em grupo deve durar o tempo suficiente para permitir o desenvolvimento de uma boa dinâmica. Caso o professor perceba conflitos de personalidade ou outros comportamentos disfuncionais, os grupos podem ser alterados (Wood, 2003).

Uma vez imersos em seu papel na situação-problema, os estudantes coletam e compartilham informações. Essa atividade habilita todos eles a ganhar um entendimento holístico do problema (Torp e Sage, 2002). Os grupos colaborativos desenvolvem nos estudantes a capacidade de argumentação, pois, como as informações trazidas pelos membros do grupo serão aplicadas na tomada de decisão em relação ao problema, torna-se essencial que cada estudante exponha e negocie de forma coerente o que aprendeu (Savery, 2006).

O trabalho colaborativo é essencial na aquisição de outras habilidades importantes. Após saírem da escola, a maioria dos estudantes encontrará, no mundo do trabalho, situações nas quais eles precisam partilhar informações e trabalhar produtivamente com os outros. A ABP tem um grande potencial, por meio do seu formato de organização, para o desenvolvimento de tais aptidões (Savery, 2006). Um estudo de metanálise sobre os efeitos da ABP,

que utilizou os resultados de 43 publicações (Dochy et al, 2003), revelou que os estudantes que aprendem através dessa estratégia de ensino (e de organização curricular) têm maior eficiência na aplicação das habilidades adquiridas, assim como são mais eficientes na retenção de conhecimento em longo prazo. Os mesmos resultados foram observados no Ensino Médio, quando comparados grupos de estudantes que utilizam ABP e grupos que utilizam o ensino tradicional (Wong e Day, 2009). Ademais, um estudo publicado no Brasil aponta para uma maior motivação dos estudantes na utilização da ABP no Ensino Médio, em detrimento do ensino tradicional (Malheiro e Diniz, 2008).

Avaliação na Aprendizagem Baseada em Problemas

Avaliação é um tema muito complexo. Portanto, não pretendemos aqui aprofundar o assunto, visto que esse não é o objetivo do presente capítulo. Um capítulo abordando aspectos de avaliação na ABP está contemplado na presente obra. Contudo, ressalta-se a característica processual e formativa da avaliação empregando a ABP.

Não raro, a avaliação da aprendizagem escolar é reduzida a números e médias que buscam classificar os alunos a partir da capacidade que os mesmos possuem de memorizar conteúdos para realizar provas, testes ou exames. Nesses casos, a avaliação escolar se distancia do seu aspecto *formativo*, de dar subsídios para aprimorar de forma contínua as intervenções e as situações didáticas desenvolvidas nas salas de aula (Perrenoud, 1999).

Na ABP busca-se um modo diverso ao observado regularmente nos planejamentos em vigor nas escolas brasileiras, nos quais a avaliação

é geralmente baseada no formato de “teste” ou “prova”, ou seja, um registro por escrito com objetivo de medir os conteúdos aprendidos pelo estudante. O processo de avaliação na ABP é mais abrangente em seus métodos, procedimentos e finalidades (Delisle, 1997). Como apontamos há pouco, os ciclos de aprendizagem terminam quando a situação-problema chega ao fim. Cada problema termina com um produto do desempenho realizado pelos alunos para alcançar a resolução, que pode ser apresentado de formas diversas (relatórios, palestras, filmes etc.). Dessa forma, é possível ao professor a avaliação tanto dos objetivos do conteúdo quanto das competências e habilidades a serem atingidas pelos estudantes (Delisle, 1997, Lopes, 2011).

As competências e habilidades avaliadas pelo professor são *avaliações de desempenho*, nas quais se analisam as práticas de cooperação, comunicação, trabalho em equipe, além da competência de cada indivíduo e do grupo para responder, gerenciar e resolver as situações-problema apresentadas (Glasgow, 1996; Delisle, 1997; Torp e Sage, 2002). A avaliação se dá de maneira formativa ao longo de todo o ciclo de aprendizagem, permitindo o acompanhamento de todo processo de construção de conhecimento por parte dos aprendizes, acompanhando o progresso deles. Voltado para a aprendizagem, o processo avaliativo torna-se um instrumento valioso no fornecimento de subsídios para intervenções de aprimoramento das próprias estratégias de ensino.

A Aprendizagem Baseada em Problemas e o Modelo Tradicional de Ensino

Ratifica-se que a ABP é mais do que uma técnica educacional ou método de instrução. Trata-se de uma estratégia tanto educacional

quanto de construção curricular, na qual em vez de uma organização convencional por disciplinas, o currículo é estruturado com o objetivo de fazer a integração de disciplinas (Savery, 2006; Lopes, et al., 2015). Torp e Sage (2002) também indicam que a ABP é um “organizador do currículo e, também, uma estratégia instrucional”. Segundo as autoras, uma definição ampliada da ABP é:

“Nós vemos um currículo baseado na ABP como promovedor de experiências reais/legítimas que favorecem a aprendizagem ativa, que dá apoio à construção do conhecimento e naturalmente integra a aprendizagem escolar e vida real, assim como integra as disciplinas. A situação problemática é o centro da organização do currículo. Ela atrai e mantém o interesse do estudante com sua demanda por solução, enquanto expõe múltiplas perspectivas. Os estudantes são solucionadores de problema engajados, identificando a raiz do problema e as condições necessárias para uma boa solução, perseguindo o sentido e o entendimento, tornando-se aprendizes autodirigidos. Os Professores são orientadores cognitivos, que nutrem um ambiente que favorece a investigação aberta / livre” (p. 15-16).

Como metodologia construtivista de ensino alicerçada na resolução de problemas que contemplam a realidade, a ABP admite que tanto a realidade quanto o conhecimento são construídos pelo sujeito cognoscente (Moretto, 2003). Estratégias desse tipo objetivam evitar que os alunos ocupem uma posição passiva, que se limita em absorver os conhecimentos expostos pelo professor, ou educação bancária (Freire, 2005). Embora, com efeito, muitos professores utilizem práticas participativas que muitas vezes não

fazem parte obrigatoriamente do currículo escolar, ainda são difundidos modelos de abordagem que valorizam o estudante apenas na posição de um “ouvinte atento”. O capítulo 6 irá apresentar algumas abordagens ou referenciais teóricos, provenientes de importantes pensadores, que dialogam com os fundamentos da ABP.

Práticas construtivistas como a ABP impõem uma rotina de sala de aula com uma participação permanente dos estudantes, que são o foco do processo de ensino e constroem ativamente o conhecimento. A fim de melhor destacar os fundamentos da ABP discutidos, apresentaremos um quadro que traz uma síntese das principais características dessa metodologia quanto ao papel do estudante, do professor, do foco cognitivo e de outros aspectos importantes (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese das Características da Aprendizagem Baseada em Problemas*

Tipo de Instrução	Papel do Professor	Papel do Estudante	Foco Cognitivo	Foco Metacognitivo	Papel do estudante no Problema	Problema	Informação
ABP	Orientador Apresenta a situação-problema. Modela, orienta. Envolve-se no processo como parceiro de investigação. Avalia a aprendizagem.	Participante. Trabalha ativamente com a complexidade da situação. Investiga e resolve os problemas como parte envolvida.	Estudantes sintetizam e “constroem” o conhecimento para chegar à solução dos problemas de forma a ir ao encontro das condições que eles próprios estabeleceram.	Os professores orientam/guiam quando necessário. Estudantes desenvolvem es-tratégias para possibilitar e direcionar a própria aprendizagem.	Parte interessada/envolvida. São imersos na situação que reflete a realidade. Argumentam e guiam seus estudos em busca de soluções.	“Mal-estruturado”. Apresentado como uma situação dentro da qual um problema latente ainda está por ser definido.	Pouco é apresentado pelo professor que não seja identificado pelos estudantes como algo de que necessitam aprender mais. A maior parte é coletada e analisada pelos próprios estudantes.
Ensino Tradicional	Direciona o ensinamento. Detém o conhecimento. Avalia o estudante.	Receptor. Passivo. Ouvinte atento.	Estudantes aplicam o conhecimento recebido em situações de prova.	Nenhum: estudar é a responsabilidade do estudante.	Aprende sobre coisas que, muitas vezes, não estão relacionadas com a sua experiência pessoal.	“Bem-estruturado”. Apresentado geralmente como um desafio à memória.	Organizada e apresentada pelo professor.

**(Modificado de Torp e Sage, 2002)* *No original constam outras estratégias de ensino (como o estudo dirigido, o método da descoberta etc), estando a ABP e o ensino tradicional (expositivo) nos extremos de um *continuum*. Aqui ressaltamos de maneira dicotômica a ABP e o ensino tradicional, por ser este último uma estratégia predominante em nossas escolas.

Uma Síntese da Aprendizagem Baseada em Problemas

A partir de uma síntese das características que foram abordadas, apresentadas e discutidas até aqui, propomos uma definição da ABP para os professores da Educação Básica:

A ABP é uma estratégia educacional de busca de soluções para situações-problema complexas e baseadas na vida real por pequenos grupos que deverão assumir a posição de parte interessada na resolução do problema, supervisionados por um professor orientador.

Contudo, como já destacamos, a ABP é uma prática pedagógica ainda pouco conhecida no contexto da Educação Básica no Brasil e, mesmo quando conhecida, pouco implementada. Os termos abordados aqui são descritos com o objetivo de oferecer uma visão geral de seu significado e função no contexto da técnica. Ademais, existem adaptações da própria estratégia, visto que muitas instituições que utilizam a ABP criaram e criam suas próprias variações dentro dos preceitos da metodologia (Barrows, 1986). Essas adaptações podem ser organizadas de muitas maneiras: problemas mais longos ou menores, intercalados com palestras, práticas laboratoriais etc. (Waterman, 1998, Kain 2003). Desse modo, é possível que existam outras denominações para os termos e algumas variações na estrutura de funcionamento aqui apresentada. Muitas aplicações dos fundamentos da ABP constituem-se em metodologias derivadas desta técnica. Dentre elas, destacamos o Estudo de Casos Investigativos (Case Study), que utiliza os preceitos da ABP abordados aqui e constitui-se em uma estratégia que pode ser aplicada em diversos contextos educacionais

(Sá e Queiroz, 2010). O Estudo de Casos Investigativos permite a utilização daqueles preceitos, como o problema no foco central da aprendizagem, sem a necessidade de um currículo totalmente estruturado neles, como ocorre com a ABP (Savery, 2006).

Ressalta-se que a ABP vem sendo empregada em muitos países, notadamente no Ensino Superior. Desse modo, sua prática vem sendo avaliada por pesquisas conduzidas em ambiente científico. Mesmo com variações, as funções de cada elemento nos cursos baseados na ABP devem ser respeitadas de modo a garantir o mesmo êxito de aprendizagem que as referidas avaliações têm indicado.

Referências Bibliográficas

- ARAZ, G. e SUNGUR, S. **Effectiveness of Problem-Based Learning on academic performance in genetics**. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 35, n. 6, pp. 448-451, 2007.
- BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986.
- BATISTA, N.; BATISTA, S. H.; GOLDENBERG, P.; SEIFFERT, O.; SONZOGNO, M. C. Problem - solving approach in the training of healthcare professionals. **Revista de Saúde Pública**, n. 2, v. 39, p. 1-7, 2005.
- BEZERRA, N. J. F. E SANTOS, R. A. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) Como Estratégia Para a Organização do Trabalho Docente em Matemática. In: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: RETROSPECTIVAS E PERSPECTIVAS, 11., 2013, Curitiba, PR. **Anais do XI Encontro de Educação**

Matemática. Curitiba, PR, 2013. ISSN 2178-034X.

- DELISLE, R. **How to Use Problem-based Learning in the Classroom.** Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development - ASCD, 1997.
- DOCHY, F.; SEGERS, M.; BOSSCHE, P. V.; GIJBELS, D. Effects of Problem-Based Learning: a Metaanalysis. **Learning and Instruction**, v.13, P. 533–568, 2003.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra 44^a ed., 2005.
- GLASGOW, N. A. **New Curriculum for New Times: A Guide to Student-Centered Problem-based Learning.** California: Thousand Oaks: Corwin Pres Inc., 1996.
- HALLINGER, P.; BRIDGES, E. M. A Systematic Review of Research on the Use of Problem-Based Learning in the Preparation and Development of School Leaders. **Educational Administration Quarterly**, p. 1-34, July 12, 2016
- HMELO-SILVER, C.E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.
- HUNG, W. The 9-step problem design process for problem-based learning: application of the 3C3R model . **Educational Research Review**, n. 4, p. 118-141, 2009.
- IHSEN, U.; SCHNEIDER, W.; WALLHOFF, F.; BLUME, J. Raising interest of Pupils in Engineering Education through Problem Based Learning. **International Journal of Engineering Education**, v.27, n. 4, p. 789-794, 2011.
- KAIN, D.L. **Problem-Based Learning for Teachers, Grades 6-12.** Boston: Pearson Education, Inc., 2003.

- KIM, H. J.; PEDERSEN, S. Advancing Young Adolescents' Hypothesis-Development Performance in a Computer-Supported and Problem-Based Learning Environment. **Computers & Education**, V. 57, N. 2, P. 1780-1789, 2011.
- KLEIN, A. M. O Uso da Aprendizagem Baseada em Problemas e a Atuação Docente. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**. Ituiutaba, v. 4, Special Issue 1, p. 288-298, jul./dez. 2013.
- LAMBROS, A. Problem Based Learning in Middle and High School Classrooms: a Teacher's Guide to Implementation. California: Corwin Press, 2004.
- LOPES, R.M.; SILVA FILHO. M.V.; MARSDEN, M.; ALVES, N.G. Aprendizagem Baseada Em Problemas: Uma Experiência No Ensino De Química Toxicológica. **Química Nova**, v.34, n.7, p. 1275-1280, 2011.
- LOPES, R. M.; PINHO, L. A.; SILVA FILHO. M.V.; ALVES, N. G.; ALVES, L. A. Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma Proposta para a Formação de Técnicos em Laboratórios de Saúde Pública. **RECIIS – Revista Eletrônica de Comunicação Informação e Inovação em Saúde** [www.reciis.icict.fiocruz.br], v.9, n.2, 2015. ISSN 1981-6278.
- MALHEIRO, J. M. S. E DINIZ, C. W. P. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Ciências: Mudando Atitudes de Alunos e Professores **Amazônia** - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, PA, v. 4, n. 7 - jul. 2007/dez. 2007, v. 4 - n. 8 - jan 2008/jun. 2008.
- MEHRIZI-SANI. Everyday Electrical Engineering: A One-Week Summer Academy Course for High School Students. **IEEE Transactions on Education**, v. 55, n. 4, p. 488-494, 2012. doi: 10.1109/TE.2012.2190606.

- MENNIN, S. Small-Group Problem-Based Learning as a Complex Adaptive System. **Teaching and Teacher Education**, v.23, p.303-313, 2007.
- MORETTO, V. P. **Construtivismo: a Produção do Conhecimento em Aula**. Rio de Janeiro: DP&A Editora 4ª ed., 2003.
- NEVILLE, A. J. e NORMAN, G. R. PBL in the Undergraduate MD Program at McMaster University: Three Iterations in Three Decades. **Academic Medicine**, n.82, p. 370-374, 2007.
- PERRENOUD, P. Avaliação: da Excelência à Regulação das Aprendizagens – **Entre Duas Lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PINHO, L. A.; MOTA, F. B.; CONDE, M. V. F.; ALVES, L. A.; LOPES, R. M. Mapping Knowledge Produced on Problem-Based Learning between 1945 and 2014: A Bibliometric Analysis. **Creative Education**, v. 6, p. 576-584, 2015.
- RIVET, A. E.; KRAJCIK, J. S. Contextualizing Instruction: Leveraging Students' Prior Knowledge and Experiences to Foster Understanding of Middle School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 79-100, 2008.
- SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso no ensino de Química**. São Paulo: Editora Átomo, 2010.
- SAVERY, J. Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. **The interdisciplinary journal of problem-based learning**. v.1, n.1, p. 9-20, 2006.
- TORP, L. e SAGE, S. Problems as Possibilities: Problem-Based Learning for K-16 Education. Alexandria: ACSD, 2002.
- TORRES, P. L. Laboratório On-Line de Aprendizagem: Uma Proposta Crítica de Aprendizagem Colaborativa Para a Educação. **Educação e Sociedade (Cadernos Cedes) - UNICAMP**, n. 73, v. 27, p. 335-352, 2007.

- WATERMAN, M.A. Investigative Case Study Approach for Biology Learning. **Bioscene Journal of College Biology Teaching**, v. 4, n. 1, p. 3-10, 1998.
- WIRKALA, C.; KUHN, D. Problem-Based Learning in K-12 Education: Is it Effective and How Does it Achieve its Effects? **American Educational Research Journal**, v. 48, n.5, p. 1157-1186, Out. 2011.
- WONG, K. K. H.; DAY, J. R. A Comparative Study of Problem-Based and Lecture-Based Learning in Junior Secondary School Science. **Research in Science Education**, 39, p. 625-642, 2009. DOI 10.1007/s11165-008-9096-7.
- WOOD, D.F. ABC of Learning and Teaching in Medicine: Problem-Based Learning. **British Medical Journal**, v. 326, p.328-330, 2003.

CAPÍTULO 3

A CONSTRUÇÃO DO PROBLEMA NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Luis Antonio de Pinho
Renato Matos Lopes

Na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o problema ou situação-problema é o ponto de partida do que se conhece como ciclo de aprendizagem da ABP (Dolmans; Gijbels, 2013; Stepien; Pyke, 1997). Durante esse ciclo, inicialmente os alunos são apresentados ao problema que, resumidamente, descreve uma situação ou um fenômeno que exige uma solução ou explicação (Schmidt, 1983). A seguir, eles discutem, com base nos seus conhecimentos prévios, e criam hipóteses sobre qual seria a solução desse problema. A partir dessas hipóteses, eles elaboram planos individuais de estudo, nos quais cada estudante será responsável por juntar informações relativas a uma seção do problema que não é plenamente compreendida (Hmelo-Silver, 2004).

Essas etapas descritas até então são mediadas pelo professor orientador, cujo papel consiste em direcionar os alunos para as diferentes etapas do ciclo, acompanhar a discussão e intervir em

momentos-chave (quando, por exemplo, os alunos se distanciam muito dos objetivos instrucionais). Então, o grupo se separa, e os estudantes realizam as pesquisas previamente acordadas, de forma individual, no que se conhece como estudo autodirigido (*self-directed learning* – SDL). Após essa fase, os alunos se reúnem novamente para relatar o que encontraram sobre o assunto e, por meio de uma rediscussão, revisitam a hipótese elaborada anteriormente, ajustando-a com base nos conhecimentos adquiridos (Hmelo-Silver, 2004).

Todo esse ciclo é influenciado pelo problema, que é considerado o ponto central da ABP (Sockalingam; Schmidt, 2011). A qualidade do problema pode afetar o interesse do aluno, a discussão em grupo e o tempo expendido no estudo autodirigido (Schmidt; Moust, 2010). Um problema com excesso de conteúdos pode distrair os alunos do conteúdo pretendido, ao passo que um problema com falta de informações pode dificultar a aquisição do que se pretende nos objetivos de aprendizagem (Hung, 2009). Com base em diversas revisões (Dolmans et al., 1997; Hmelo-Silver, 2004; Hung, 2006; Jonassen; Hung, 2008; Schmidt, 1983), atribui-se a um bom problema as seguintes características: i) deve ser complexo; ii) semiestruturado (*ill-structured*); iii) aberto (i.e. com várias soluções possíveis); iv) realístico e conectado com o cotidiano profissional e/ou da vida dos estudantes a que se direciona e v) adaptado aos conhecimentos prévios e ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Apesar de sua importância, a construção de problemas é um tema relativamente negligenciado pela pesquisa em ABP, em comparação com outros assuntos, como a efetividade da ABP como metodologia educacional e o papel do professor orientador no ciclo de aprendizagem da ABP (Hung, 2016; Schmidt; Moust, 2010).

Talvez por isso, recomendações de que se façam estudos nessa área são cada vez mais presentes na literatura (Dolmans; Gijbels, 2013). Usualmente, tais trabalhos discorriam sobre diretrizes gerais acerca da formulação de problemas e quais componentes deviam estar presentes nestes (Azer et al., 2012; Dolmans et al., 1997; Hmelo-Silver, 2004; Lima; Linhares, 2008; Torp; Sage, 2002), além de categorizações de problemas a serem utilizados para diferentes fins instrucionais (Schmidt; Moust, 2010). Apesar da importância de tais pesquisas, não existem muitos trabalhos que visaram criar metodologias sistemáticas para a formulação de problemas. Nesse cenário, Woei Hung propôs uma metodologia sistemática de formulação de problemas em dois trabalhos publicados na década passada (Hung, 2006; 2009).

No trabalho de 2006, o autor propõe uma estrutura conceitual denominada 3C3R, em virtude das iniciais desses componentes na língua inglesa para a construção de problemas. Esta estrutura é, então, baseada na presença, na situação-problema, nos componentes centrais (conteúdo, contexto e conexão) e processuais (pesquisa, raciocínio e reflexão). Os primeiros – componentes centrais – referem-se à adequação do problema em proporcionar o conhecimento em si, permitindo o alcance dos objetivos e metas instrucionais. Já os componentes processuais irão fomentar o engajamento significativo dos estudantes e o posterior desenvolvimento de processos cognitivos importantes, como habilidades de resolução de problemas e SDL, que irão auxiliar na obtenção dos resultados esperados na aprendizagem. A partir do modelo estrutural 3C3R, Hung (2009) propõe um método baseado em nove passos para a criação de problemas. Tais passos visam garantir que o problema possua os componentes elencados acima e atenda às necessidades dos alunos.

Talvez uma das maiores críticas relacionadas à metodologia proposta por Hung se encontra no fato de ela ser teórica, com poucos estudos empíricos que possam validá-la (Hung, 2009; Sockalingam; Schmidt, 2011). No entanto, é visível o crescente número de estudos empíricos que utilizam a metodologia proposta por Hung, seja pelo próprio esforço do autor com outros colaboradores (Hung, 2011; O'Neill; Hung, 2010), seja pela utilização da mesma por outros pesquisadores (Tawfik; Trueman; Lorz, 2013; Vekli; Cimer, 2012; Xue et al., 2013). Assim, esse capítulo visa elucidar os passos da criação de um problema utilizando-se da metodologia proposta por Hung (2006, 2009). Além disso, é produzida uma situação-problema que foi utilizada para o ensino de Biologia com alunos do Ensino Médio, especificamente para integrar conhecimentos de fisiologia respiratória e circulatória humana.

O Modelo 3C3R de criação de problemas

A estrutura 3C3R para uma situação-problema, proposta por Hung (2006), fundamenta-se na presença de componentes centrais e processuais. Toda essa seção tem como referência esse trabalho. A Figura 1 mostra a estrutura do modelo 3C3R e auxilia na observação da interrelação entre os componentes 3C3R. Os componentes centrais se concentram na adequação e suficiência do conteúdo, além de sua contextualização e integração. Os componentes processuais buscam facilitar o envolvimento consciente e significativo do aluno no seu aprendizado através da ABP. Segue-se, então, a explicação desse modelo.



Figura 1: Estrutura do modelo 3C3R de criação de problemas proposto por Hung (2006). Traduzido e utilizado com a permissão do autor.

Componentes centrais do modelo 3C3R

O primeiro componente se relaciona com o **conteúdo**. De maneira geral, o que se deve procurar é um balanço entre a amplitude de conhecimento e a profundidade de especificidades necessárias ao entendimento do problema proposto para o aluno. Problemas na aquisição de conteúdos podem surgir quando: i) os alunos utilizam parte do tempo na aquisição de habilidades de resolução de problemas, em vez de aquisição de conteúdos, e ii) as situações-problemas elaboradas acabam requerendo do aluno a aquisição de conteúdos que não estão relacionados diretamente com aqueles aos quais os alunos deveriam ter contato originalmente (Hoffman; Ritchie, 1997).

Para contornar essa situação, a primeira etapa da elaboração de um problema é o estabelecimento de metas e objetivos de aprendizagem que estejam alinhados com os componentes curriculares do curso que os alunos estão fazendo. O âmbito (*scope*) do problema, que inclui a abrangência e profundidade do conteúdo que se almeja abordar, deve ser verificado pela comparação entre os objetivos do problema e uma situação-problema em potencial, preferencialmente por meio da condução de uma análise de tarefas e/ou conteúdos (*task/content analysis*) em ambas. Essa análise pode ser feita de acordo com o que fora proposto por Gagné, na sua análise de hierarquia de aprendizagem (Gagné, 1968).

Adicionalmente, deve-se procurar manter no problema a ser criado um grau de complexidade e uma semiestruturação (*ill-structuredness*). A complexidade é importante para manter o interesse do aluno na situação-problema, e a semiestruturação permite ao aluno a possibilidade de múltiplos caminhos de raciocínio e soluções para o problema, possibilitando um maior aprofundamento no conteúdo estudado.

O próximo componente central do problema é o **contexto**. Deve-se relacionar o problema ao contexto profissional e/ou ao cotidiano do estudante, visando à melhoria na retenção e aplicação do conteúdo a situações reais. Para isso, é necessário que se valide esse contexto, examinando se possui relevância no futuro ambiente profissional do aluno, preferencialmente explicitando essa relevância no próprio problema.

No entanto, não se deve extrapolar essa contextualização, de modo a trazer informações demasiadas, nem trazer um contexto empobrecido, no qual o aluno não consiga considerar pontos implícitos importantes. Esse grau de contextualização depende

também do que se almeja ao final da formação do aluno (exemplo: ensino de citologia para estudantes de medicina *versus* estudantes de nível médio). Finalmente, também é importante que o contexto seja relevante e próximo do cotidiano do estudante, o que geralmente ocasiona maior motivação intrínseca em lidar com as diversas etapas da ABP.

O último componente central é a **conexão**. Esse componente auxilia na construção de uma estrutura conceitual (de conceitos importantes a serem apreendidos), auxiliando o aluno a inserir os conteúdos em contextos diversos. Esse componente é particularmente importante no desenvolvimento de problemas que fazem parte de um currículo estruturado na ABP, no qual as conexões entre os diferentes problemas “*visitados*” pelos alunos os auxiliam na formação de uma base de conhecimentos conceitualmente sólida e cognitivamente flexível. Esse componente pode ser incorporado ao problema em desenvolvimento de diversas maneiras: i) por meio de uma ordem conceitual lógica, do simples/básico para o complexo/avançado; ii) sobrepondo conceitos, agrupando-os em um conjunto de problemas (especialmente em áreas em que o conhecimento não é hierárquico – exemplo: ciências humanas) e iii) incorporando o mesmo conceito em vários problemas com contextos distintos, auxiliando o estudante a compreender o efeito multifacetado que distintas variáveis podem possuir.

Componentes processuais do modelo 3C3R

Ao contrário dos componentes centrais, fixados para estruturarem a situação-problema (SP) de forma a atender aos objetivos e metas de aprendizado e a auxiliar os alunos a formarem uma estrutura

conceitual integrada e contextualizada, os componentes processuais possuem flexibilidade, a fim de facilitar o engajamento direcionado (para os objetivos de aprendizagem) dos alunos. Pode-se dizer que os componentes processuais auxiliam na fase em que os alunos participam ativamente do processo da ABP. Pela característica de semiestruturação, os problemas formulados são abertos, permitindo liberdade de interpretação e na busca da solução para o problema. Porém, se essa fase não for de alguma maneira direcionada (pela SP), o engajamento do aluno pode não propiciar os resultados esperados na aprendizagem.

O primeiro componente processual está relacionado à **pesquisa**. As metas e contextos previamente estabelecidos e presentes na SP auxiliam nesse componente, pois, caso os alunos não estejam plenamente cientes desses parâmetros, a pesquisa poderá ser direcionada a pontos não desejados pelo instrutor (professor orientador), e esse viés terá consequência nas demais fases do processo da ABP, podendo não ocasionar o aprendizado esperado. Assim, é desejável: i) definir metas específicas na situação-problema, de forma a auxiliar o aluno a focar na área de conhecimento desejada e ii) também inserir um contexto específico (exemplo: profissional) que irá influenciar o raciocínio e o processamento do problema para as tarefas que irão auxiliar a solucioná-lo.

Outro componente é o **raciocínio**, que ocorre de forma concomitante à pesquisa. Conforme o aluno pesquisa, ele raciocina sobre os resultados desse levantamento de dados e começa a construir (ou remodelar) o arcabouço cognitivo que o auxiliará a resolver o problema. Para que esses componentes (pesquisa e raciocínio) ocorram de forma otimizada, é necessário regular o grau de *semiestruturação* da SP de acordo com as capacidades cognitivas dos alunos e suas habilidades em pesquisar e raciocinar. Aqueles que

tenham essas competências em um grau elevado podem ter contato com problemas altamente semiestruturados, ou seja, com pouca informação acerca dos conceitos e/ou conhecimentos necessários para resolvê-los, ao passo que estudantes com menores graus dessas competências devem ser apresentados a uma SP que tenha mais informações, com uma configuração do problema próxima a de um estudo de caso. Esse ajuste também pode ser feito para alunos que tenham pouca familiaridade e/ou conforto com a ABP.

Finalmente, o último componente processual é a **reflexão**. Componente que auxilia o aluno a criar processos metacognitivos. Pela capacidade de abstração, síntese e organização do conhecimento, a reflexão possibilita: i) a conexão entre os conhecimentos prévios e os advindos da pesquisa e do raciocínio; ii) autoavaliação mais precisa sobre seu próprio processo de aprendizado; iii) melhoria na retenção do tópico estudado; e iv) a busca da compreensão do tema em um nível mais elevado do que o proposto para a SP – conseqüentemente aprimorando as habilidades de estudo autogerido.

Os nove passos para a criação de um problema

Para auxiliar na criação de uma situação-problema estruturado no modelo 3C3R, Hung (2009) propôs um método baseado em *nove passos* (Tabela 1). Essa seção faz a descrição dessas etapas para criar o problema e, após a explicação delas, segue-se o exemplo do problema construído.

Tabela 1: Proposta dos nove passos de Hung (2009) para a criação de situações-problema a serem utilizadas na ABP.

Passo 1	Criar metas e objetivos
Passo 2	Conduzir uma análise de conteúdo
Passo 3	Analisar o contexto do problema
Passo 4	Formular a versão inicial do problema
Passo 5	Conduzir uma análise de adequação do problema
Passo 6	Conduzir uma análise de correspondência
Passo 7	Conduzir processos de 'calibração'
Passo 8	Construir componentes reflexivos
Passo 9	Examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R

Passo 1: criar metas e objetivos

Esse passo auxilia no delineamento do problema em sua amplitude e profundidade de conteúdo a ser abordado, auxiliando no alinhamento do escopo do problema aos parâmetros curriculares. Isso é feito criando-se metas instrutivas e objetivos de obtenção de conhecimento, fatores que, na realidade, devem fazer parte de qualquer planejamento didático. Porém, objetivos quanto às habilidades de resolução de problemas e estudo autodirigido também devem ser traçados. Com isso, será possível verificar que grau de semiestruturação o problema deverá possuir para que as etapas do ciclo de aprendizagem da ABP sejam percorridas. Basicamente, este deve ser inversamente proporcional aos conhecimentos prévios e experiência com a ABP dos alunos em questão.

Passo 2: conduzir uma análise de conteúdo

Essa fase é desenvolvida tomando como base a proposta de Gagné (1968) sobre a análise de hierarquia de aprendizagem. Esse método permite observar as capacidades intelectuais específicas necessárias para a aquisição de novos conhecimentos. Porém, Hung (2006) destaca que outros métodos podem ser empregados. Deve-se usar um método apropriado de análise de conteúdo que possa analisar corretamente os conteúdos-chave e/ou as habilidades do tópico em estudo (comunicação pessoal). A análise de Gagné se inicia elencando os conhecimentos que são pré-requisitos básicos que os alunos devem ter para entender inicialmente o problema. A partir desses pré-requisitos, novas informações podem ser obtidas, tornando pré-requisitos de outras informações mais atuais com as quais os alunos estão entrando em contato. Segue-se, assim, até o momento em que esses dados permitem a obtenção das informações necessárias para que o aluno alcance o objeto educacional dessa prática pedagógica.

Dessa forma, obtêm-se informações que podem ser classificadas da seguinte maneira (Hung, 2009): i) conceitos: ideias centrais dentro de um domínio de conhecimento; ii) princípios: regras pelas quais os conceitos estão relacionados; iii) processual: aplicação dos princípios a fim de realizar uma tarefa; e iv) fatural: necessário para a aplicação dos conceitos nas situações-problema (reais ou simuladas). Esse passo é importante para se visualizar os processos cognitivos que devem ser alcançados para que se atinja, ao final, o objetivo educacional em questão.

Passo 3: analisar o contexto do problema

Inserir o problema em um contexto específico visa torná-lo mais atraente para os alunos, para que eles tenham mais interesse no assunto e busquem, por meio do estudo autodirigido, a solução desse problema. Quando o curso em questão se trata de uma formação específica, como cursos técnicos, tecnológicos e de graduação profissional (exemplo: Medicina), o contexto deve ser cuidadosamente formulado de maneira a possibilitar ao estudante reconhecer os fatores necessários para a resolução da situação-problema. Caso existam fatores no contexto que possam influenciar os processos de pesquisa e raciocínio dos alunos, como a presença de informações conflitantes ou que estejam fora do escopo do problema, alterações devem ser realizadas.

Em cursos de formação mais geral, como os Ensinos Fundamental e Médio, a principal função do contexto relaciona-se à preocupação do instrutor em despertar o interesse do aluno pelo problema. Dessa forma, não existem fatores presentes no contexto que possam prejudicar os processos de pesquisa e raciocínio dos estudantes. Sendo assim, esse passo não é necessariamente vital na construção do contexto para esses níveis de ensino.

Passo 4: formulação inicial do problema

Os passos anteriores são importantes para fundamentar a formulação do problema, já que fornecem as informações sobre o grau de amplitude e profundidade dos conhecimentos a serem abordados e o contexto em que este deve estar inserido. Basicamente, o que se deve ter em conta nessa fase é a criação de um problema que

seja atraente ao aluno e que o mantenha motivado. Para isso, vários fatores podem ser considerados, como por exemplo: a profissão futura, interesses pessoais, situações polêmicas e/ou problemáticas da região em questão, aspectos regionais/geográficos.

Passo 5: conduzir uma análise de adequação do problema

Nesse momento, deve-se declarar o problema em si e descrevê-lo por completo, bem como as habilidades cognitivas e de resolução de problemas necessárias. Essa descrição auxilia o instrutor a ter uma noção geral e específica de seu problema, podendo apontar se as metas educacionais estão contempladas, se os conhecimentos descritos no problema estão de acordo com aqueles presentes na análise de conteúdo e se o componente de contexto está apropriado.

Essa análise descritiva tem as seguintes seções: i) entendendo o problema; ii) processos de resolução do problema; e iii) domínio do conhecimento para resolução do problema. Na primeira seção, pretende-se observar o que se almeja com o problema, quais são as variáveis conhecidas (presentes no problema) e desconhecidas (aquelas que os alunos deverão buscar pela pesquisa e o raciocínio). A segunda seção possibilita visualizar quais são os meios de se encontrar a solução do problema. A última seção se encarrega de elencar quais são os domínios de conhecimento necessários para a resolução do problema nas esferas conceituais, de princípios, processos (quando houver), conhecimentos fatuais e de análise das habilidades necessárias para a resolução do problema. Nessa fase, também é importante observar quais são os conhecimentos *centrais* para a resolução do problema e quais são os *periféricos*. Estes últimos se relacionam a caminhos alternativos de resolução do problema,

que podem, por exemplo, auxiliar na profundidade da aquisição dos conteúdos.

Passo 6: conduzir uma análise de correspondência

Esse passo visa garantir a confiabilidade e efetividade do problema para atingir seus objetivos de aprendizagem, ajudando a detectar se a situação-problema elaborada corresponde à cobertura de conteúdo pretendida e ao nível de habilidades dos alunos. Caso esses fatores estejam aquém ou além do desejado, resultarão em situações-problemas que provavelmente necessitarão de ajustes nos passos seguintes. Na análise de correspondência, revisam-se os componentes *conteúdo*, *pesquisa*, *raciocínio* e *contexto do problema*.

Para realizar a análise desses componentes, utiliza-se de uma tabela para visualizar a adequação do problema diante do componente em questão. No caso do componente *conteúdo*, nas colunas da tabela estariam as principais áreas de conteúdo pretendidas (conceitos, princípios e procedimentos) identificadas nos passos 1 e 2. Nas linhas da tabela se encontrariam os domínios do conhecimento identificados no passo 5, observando-se os conteúdos *centrais* e *periféricos*.

Ao se fazer a verificação da presença ou ausência dos domínios do conhecimento nas principais áreas de conteúdo pretendidas, pode-se classificar o problema com relação à sua adequação ao componente *conteúdo*. Um problema construído para ser utilizado na ABP tem todas as correspondências entre esses fatores. Caso haja um ou mais itens sem correspondência nas principais áreas de conteúdo (uma ou mais colunas vazias na tabela), o problema está

deficiente em conteúdo; ao passo que a ausência de correspondência de um ou mais itens dos domínios de conhecimento (uma ou mais linhas vazias na tabela) indica que o problema tem conteúdos em excesso. Em ambos os casos, o problema pode ser considerado como ineficaz, e processos posteriores de ‘calibração’, ou de ajustes, serão necessários.

A análise deve ocorrer de forma semelhante para os componentes *pesquisa e raciocínio* e, para o caso da criação do problema voltado para assuntos específicos de cursos técnicos, tecnológicos ou profissionais, para o componente *contexto*. Ao final da checagem dos itens nas tabelas, faz-se a conclusão dessas análises. A partir dessas conclusões, geram-se resultados referentes a elementos que devem ser calibrados na situação-problema nos passos posteriores.

Passo 7: conduzir processos de “calibração”

Nesta fase, basicamente são corrigidos os problemas apontados na fase anterior, retirando ou incluindo informações na situação-problema de forma a dar clareza aos objetivos de aprendizagem propostos e manter o interesse do aluno em estar atuante em seu processo de aprendizado.

Passo 8: construção de componentes reflexivos

Essa fase é especialmente importante na elaboração de problemas a serem executados em cursos nos quais a ABP é parte integrante do currículo, já que esses componentes auxiliam a integração de novos conhecimentos àqueles já adquiridos em ciclos de aprendizagem da

ABP anteriores. Auxiliam também no desenvolvimento de habilidades de estudo autogerido dos alunos. Esses componentes estão presentes em seções da situação-problema nas quais se solicita ao aluno pensar sobre seu processo de aprendizagem, como por exemplo: como buscou as informações, quais linhas de raciocínio foram traçadas e porque se escolheu uma linha em particular para chegar à resolução do problema.

Passo 9: examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R

O último passo do processo consiste em verificar a integridade dos componentes 3C3R, observando se estão presentes e se ocorre a inter-relação entre eles. O propósito desse último passo é garantir a criação de uma situação-problema que seja eficaz naquilo que se propõe: ensinar e estimular a autonomia do aluno em seu próprio processo de aprendizagem. A tabela abaixo ilustra essas relações entre os componentes 3C3R. As setas indicam como um componente específico deve prover suporte aos demais componentes 3C3R. Os componentes processuais (pesquisa, raciocínio e reflexão) devem dar suporte ao componente conteúdo. O componente contexto deve fornecer suporte aos componentes processuais. Por fim, a componente conexão deve possuir relação de suporte mútuo com cada componente processual.

Tabela 1: Relações entre os componentes centrais e processuais do modelo 3C3R.

	Conteúdo	Contexto	Conexão
Pesquisa	 Aquisição de conhecimento	 Direcionamento da pesquisa	 Integração do conhecimento adquirido
Raciocínio	 Processamento e aplicação do conhecimento	 Direcionamento do raciocínio	 Integração do conhecimento adquirido
Reflexão	 Avaliar a aquisição e o processamento do conhecimento	 Direcionamento da reflexão	 Integração do conhecimento adquirido

Os componentes processuais devem possibilitar a aquisição (pesquisa) e o processamento e aplicação do conhecimento adquirido (raciocínio), além da avaliação do próprio processo de aquisição do conhecimento (reflexão). O componente contexto deve direcionar cada um dos componentes processuais. O componente contexto deve possibilitar, junto com os componentes processuais, a integração do conhecimento adquirido. Assim, esse passo deve revisitar o problema elaborado e verificar nele a presença dos componentes 3C3R e se estes possuem as inter-relações satisfatoriamente estruturadas. Caso haja a inadequação de relação entre algum desses componentes, correções deverão ocorrer na versão final do problema elaborado de forma a garantir a integridade dos componentes 3C3R.

Exemplo de utilização dos nove passos para a criação do problema (situação-problema)

O problema a seguir foi elaborado para o ensino de fisiologia da respiração e circulação humana, conteúdo previsto no Projeto Pedagógico do *Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio* do *campus* Rio Branco do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), na disciplina de Biologia.

Informações gerais:

Público-alvo: alunos do 2º ano do Ensino Médio

Disciplina: Biologia

Experiência dos alunos com a ABP: nenhuma

Nível de dificuldade do problema: básico

Passo 1: metas e objetivos

Meta instrutiva: os alunos irão compreender a fisiologia da respiração e da circulação humana conseguindo aplicar esse conhecimento em situações hipoteticamente reais.

Objetivos de obtenção de conhecimento

Objetivo geral: analisar e solucionar uma situação biológica.

Objetivos específicos:

- Entender as funções básicas da respiração e da circulação;

- Conhecer as estruturas básicas envolvidas nos dois processos;
- Compreender a relação entre esses sistemas fisiológicos;
- Aplicar esse conhecimento em um contexto específico.

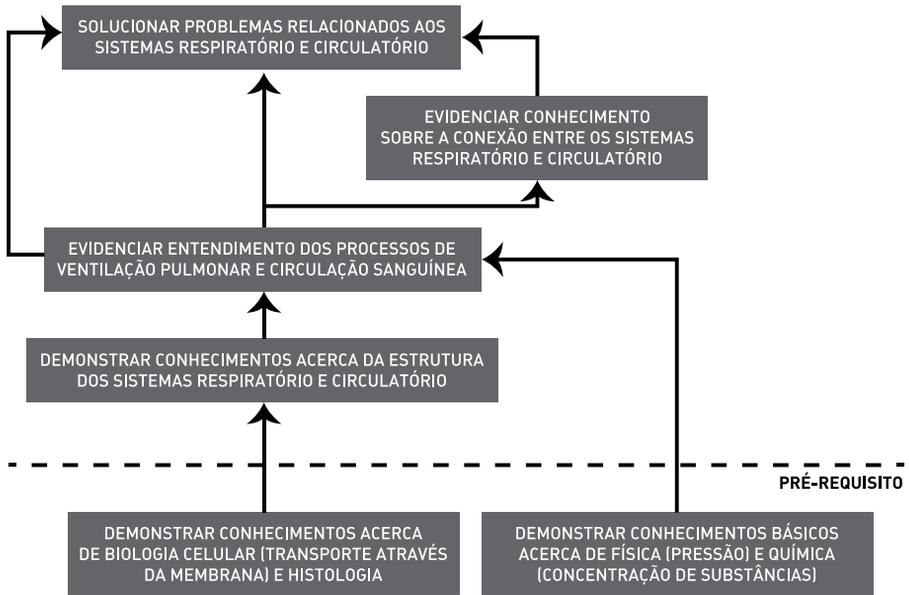
Objetivos de obtenção de habilidades de solução de problemas

- Com auxílio – de moderado a intenso – do professor orientador: identificar e reunir todas as informações necessárias para a resolução do problema;
- Com auxílio – de moderado a intenso – do professor orientador: conduzir a criação de hipóteses e testá-las;
- Com auxílio – de moderado a intenso – do professor orientador: selecionar a solução mais viável encontrada.

Objetivos de obtenção de habilidades de estudo autodirigido

- Com auxílio – intenso – do professor orientador: desenvolver pontos a serem estudados;
- Com auxílio – de moderado a intenso – do professor orientador: refletir sobre o processo de aprendizagem.

Passo 2: conduzir uma análise de conteúdo



Passo 3: analisar o contexto do problema

Por se tratar de alunos do Ensino Médio, cujo currículo se concentra em oferecer bases gerais de conhecimentos, esta seção não se aplica.

Passo 4: formulação inicial do problema

Teste do bafômetro: os estudantes terão que explicar como o álcool ingerido vai para o “bafo” (na realidade, o ar expirado). Esse tema foi selecionado por se tratar de um assunto polêmico, presente

no cotidiano dos alunos dessa faixa etária, embora eles não tenham idade para ter habilitação ou para consumir bebidas alcoólicas.

Passo 5: conduzir uma análise de adequação do problema

Situação-problema:

Júlio, rapaz de 19 anos, que trabalha como técnico de TI, pretende sair hoje para comemorar, pois sua carteira de habilitação finalmente saiu. Assim, decide ir ao Mico's Rock Bar com seu amigo Dudu. Empolgado com a conquista e a balada, Júlio acabou não resistindo e tomou um copo de cerveja. Ao ver isso, Dudu diz:

– Poxa, Júlio! A gente já estava para ir embora. Agora não vai dar pra sair, senão você vai se dar mal se tiver que passar pelo bafômetro!

Júlio logo retruca:

– Dá nada não, moço! É só um chopinho! A gente espera uns quinze minutinhos, eu lavo a boca, mastigo um chiclete, e esse bafo de álcool sai!

Será que Júlio está certo? Em grupo, vocês devem dar a resposta.

Descrição completa:

1. Entendendo o problema

- Expressão do problema (*problem state*):

Dudu acha que Júlio não pode dirigir, pois o álcool da cerveja pode ser detectado pelo teste do bafômetro. Porém, Júlio pensa que

o álcool, presente no seu “bafo”, será rapidamente eliminado do seu corpo. Os estudantes precisam descobrir se Júlio está certo.

- Expressão da meta de aprendizagem (*goal state*):

Os estudantes devem ter conhecimento suficiente para saber como o álcool pode ser detectado no teste do bafômetro. Para isso, terão que compreender os processos de transporte do álcool do estômago para o sangue e do sangue para o ar alveolar.

- Variáveis conhecidas:

- O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista (Lei 11.705, de 19 de junho de 2009);

- O motorista que for flagrado sob efeito de álcool (com até $0,00029 \text{ g/L}_{\text{ar expelido}}$) é enquadrado no artigo 165 do CTB: comete infração gravíssima (7 pontos na Carteira Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.

- A polícia se utiliza do etilômetro (conhecido popularmente como bafômetro) para verificar a presença ou não de vestígios de álcool no ar alveolar;

- O bafômetro possui um tubo por onde a pessoa a ser testada deve soprar durante cinco segundos. Seu funcionamento ocorre por meio de uma reação química entre o ar expelido (gás oxigênio e álcool) e uma célula combustível presente no bafômetro, que ocasiona a liberação de elétrons (quanto mais álcool, mais elétrons são liberados). Essa liberação de elétrons, por sua vez, gera uma corrente elétrica passível de ser codificada por um *microchip* em

uma informação de concentração alcóolica (miligramas de álcool por litro).

- Variáveis desconhecidas:
 - Como o álcool é absorvido?
 - Qual o caminho percorrido pelo álcool no corpo humano após ingerido e expelido no pulmão?
 - Como o ar é expelido pelos pulmões?
 - Quanto tempo o álcool demora a sair do corpo (via sistema excretor)?

2. Processos da resolução do problema:

O álcool é absorvido a partir do estômago e, devido à sua alta permeabilidade, atravessa as membranas plasmáticas das células vizinhas e se difunde até chegar à circulação sanguínea (mais especificamente aos capilares sanguíneos da circulação sistêmica);

A partir dos capilares sanguíneos, o álcool fará o seguinte trajeto:

- Circulação sistêmica:

Capilar vênula → veia → átrio direito → ventrículo direito → artéria (pulmonar)

- Circulação pulmonar:

Artéria → arteríola → capilar

- Membrana respiratória (via difusão simples):

Capilar → alvéolo

- Sistema respiratório (expiração):

Alvéolo → bronquíolo → brônquio → traqueia →
laringe → boca.

A expiração é um processo que desencadeia o aumento de pressão do ar que está dentro dos pulmões (com relação ao ar atmosférico). Essa mudança de pressão é ocasionada pela diminuição do volume da caixa torácica, que, por sua vez, ocorre pelo relaxamento dos músculos do diafragma (deslocando-o para cima), intercostais e acessórios (que abaixam as costelas).

O álcool é expelido, pois está presente no ar alveolar, dos pulmões até a boca, para daí ser liberado no sistema do bafômetro. Então, o “bafo” a que Júlio se refere seria esse ar expelido. E lavar a boca e mascar um chiclete para mascarar o cheiro do álcool de nada adiantará. Mesmo que ele elimine, de outra forma, as moléculas de álcool contidas na boca (bebendo água e bocejando, por exemplo), as moléculas presentes no ar alveolar serão liberadas se Júlio soprar no bafômetro.

Um copo de 0,2 litros (L) ou 200mL de cerveja possui aproximadamente 17 gramas (g) de álcool (etanol), ocasionando um nível de álcool no sangue da ordem de 0,1g a 0,25g por litro de sangue ($\text{g/L}_{\text{sangue}}$) e um nível entre 0,00005g e 0,00013g de álcool por litro de ar expelido ($\text{g/L}_{\text{ar expelido}}$).

Para eliminar completamente os 17g de álcool absorvidos ao ingerir um copo de cerveja, é necessário aproximadamente uma hora de funcionamento normal do sistema excretor, havendo vários

fatores (tamanho, peso corporal, metabolismo) que influenciam esse tempo para mais ou para menos.

Logo, se Júlio tiver que passar pelo teste do bafômetro, sofrerá sanções da Lei por ter sido flagrado sob o efeito de álcool.

3. Domínio do conhecimento para a resolução do problema

- Conceitos usados na resolução do problema:
 - I. Transporte através da membrana (difusão simples);
 - II. Pressão;
 - III. Estrutura sistema pulmonar;
 - IV. Estrutura sistema circulatório;
 - V. Membrana respiratória.
- Princípios usados na resolução do problema:
 - I. Circulação sanguínea (sistêmica e pulmonar);
 - II. Ciclo cardíaco;
 - III. Ventilação pulmonar (expiração).
- Conhecimentos fatuais (*factual knowledge*) para a resolução do problema:
 - I. Passagem do álcool pelo sistema circulatório;
 - II. Passagem do álcool pelo sistema pulmonar;
 - III. Liberação do ar para a atmosfera.

- Análise das habilidades de resolução de problemas:
 - I. Identificar as variáveis conhecidas;
 - II. Identificar as variáveis desconhecidas;
 - III. Realizar pesquisa para encontrar informações sobre as variáveis desconhecidas;
 - IV. Desenvolver o raciocínio que permitirá a obtenção do conhecimento do caminho percorrido pelo álcool nos sistemas sanguíneo e respiratório;
 - V. Desenvolver o raciocínio que permitirá verificar se Júlio teria ou não problemas ao fazer o teste do bafômetro.

Passo 6: conduzir uma análise de correspondência

Tabela 2: Análise de correspondência dos conteúdos.

Domínios de conhecimento	Meta: analisar e solucionar uma situação biológica usando o conhecimento sobre os sistemas circulatório e respiratório							Pré-requisitos	Fora do escopo
	Conceitos		Princípios		Procedimentos				
	Estrutura (sistema respiratório)	Estrutura (sistema circulatório)	Ventilação pulmonar	Circulação sanguínea	Conexão entre os sistemas circulatório e respiratório				
Conceitos									
Concentração do álcool (na cerveja, no sangue e no ar expirado)			X	X	X				X
Difusão simples							X	X	
Diferença de pressão			X					X	
Vasos sanguíneos		X			X				
Cavidades cardíacas		X		X					
Pulmão	X			X				X	
Caixa torácica	X			X					
Diafragma	X			X					
Músculos intercostais	X			X					
Costela	X			X					
Membrana respiratória	X			X	X			X	
Princípios									
Circulação sistêmica		X			X				
Circulação pulmonar		X			X			X	
Ciclo cardíaco		X			X				
Inspiração	X			X				X	
Expiração	X			X				X	X
Fatual									
Absorção do álcool (estômago para capilar)									X
Liberação do ar para a atmosfera	X			X				X	

Tabela 3: Análise de correspondência entre processos cognitivos de resolução de problemas e objetivos de aprendizado.

Processos cognitivos	Descrição	Identificar e juntar as informações necessárias	Conduzir a geração de hipóteses e testá-las	Selecionar a solução mais viável encontrada
Identificação do problema	Verificar se o “bafô” de Júlio pode ser detectado pelo bafômetro	X		
Identificação das variáveis conhecidas	-Quantidade de álcool na cerveja, no sangue e no ar alveolar	X		
	-Código de trânsito brasileiro	X		
	-Uso do bafômetro e seu funcionamento	X		
Identificação das variáveis desconhecidas	-Absorção e transporte de álcool pelo corpo	X		
	-Eliminação do álcool via oral e via metabolismo/excreção	X		
Busca de informações	-Como o álcool é absorvido	X		
	-Como o álcool é transportado no sistema circulatório até o alvéolo	X		
	-Como o álcool sai do alvéolo até a boca	X		
	-Como o álcool é metabolizado/excretado	X		

Processos cognitivos	Descrição	Identificar e juntar as informações necessárias	Conduzir a geração de hipóteses e testá-las	Selecionar a solução mais viável encontrada
Análise das informações	-Rever que a absorção do álcool se dá por difusão simples	X		
	-Compreender que os vasos sanguíneos conduzem o álcool pelo sangue e coração até chegar à membrana respiratória	X		
	-Compreender que a saída do álcool do alvéolo para a boca se dá por diferença de pressão entre o pulmão e o ambiente, ocasionado por uma compressão da caixa torácica.	X		X
	-Verificar que o álcool só sai do corpo totalmente por meio do metabolismo e do sistema excretor	X		X
Desenvolvimento do raciocínio	Preciso conhecer o processo de absorção, transporte e liberação do álcool pelas diferentes estruturas dos sistemas circulatório e respiratório.		X	X
Geração e teste de hipóteses	Usar as informações colhidas e seu raciocínio para verificar se realmente Júlio estava correto ou não com relação à sua ideia sobre beber um copo de cerveja e o teste do bafômetro		X	X
Desenvolvimento de raciocínio e geração de soluções	Com base no que se levantou, declarar o que encontrou sobre transporte de álcool pelo corpo e explicar o porquê da assertiva incorreta de Júlio		X	X

Análise do contexto do problema: o contexto é geral e, apesar de a maioria dos alunos nesse nível de ensino não terem a idade

legal para consumir bebidas alcoólicas e/ou dirigir um carro, esses assuntos fazem parte de seu cotidiano, seja em virtude do contato com familiares ou amigos maiores de idade, seja pela atração que muitos adolescentes possuem pelo mundo adulto.

Conclusões da análise de correspondência:

1. Domínios do conhecimento (*domain knowledge*): o grau de correspondência entre os objetivos e o escopo do problema alcançou o nível desejado.

Itens não correspondidos:

- Tópicos sobre o Código de trânsito brasileiro e funcionamento do bafômetro, apesar de não terem relação direta com o funcionamento do corpo humano, são importantes como componente do problema, pois o contextualizam e também evitam que os alunos tenham que encontrar informações que não irão auxiliá-los a solucionar o problema.

- Ainda que concentrações de álcool no sangue e no ar alveolar estejam relacionadas com fisiologia humana, é importante explicitar essas informações para direcionar os alunos para as pesquisas que realmente são importantes.

- Conceitos relacionados à absorção de álcool pelo estômago, sistema excretor e metabolismo não fazem parte do escopo do problema. Porém, apesar de sua importância para compreender a liberação do álcool pelo corpo, não deverão ser abordados no problema.

- Ao fornecer informações sobre a concentração do álcool nos diferentes meios (cerveja, sangue e ar) é possível que o problema se torne muito estruturado, o que pode facilitar a resolução e fazer com que os alunos percam o interesse. Portanto, essas informações não devem estar presentes na versão final do problema.

2. Informações sobre o contexto: estão de acordo com o que o problema necessita.
3. Habilidades de resolução de problemas e de aprendizagem autodirigida:

- Componente pesquisa: existem várias lacunas que os alunos necessitam pesquisar para atingir os objetivos de resolução de problemas e de aprendizagem autodirigida. É importante, no entanto, que haja algum auxílio para direcionar a pesquisa que será realizada.

- Componente raciocínio: os alunos precisam raciocinar sobre como utilizar as informações coletadas na pesquisa para verificar se Júlio estava correto ou não na sua ideia de que o álcool ingerido sai rapidamente do ar que está na boca. Para tanto, deverão entender o percurso que essa substância faz no corpo humano. A partir desse raciocínio, inicialmente, deverão formular e testar duas hipóteses:

Júlio estava correto: o álcool sai rapidamente do corpo, por estar em baixa concentração (só um copo de cerveja) ou devido a algum outro fator. O bafômetro também somente analisa o álcool que está na boca, então lavar a boca e mascar um chiclete podem mascarar a análise do aparelho;

Júlio estava errado: o álcool, ao ser ingerido, vai para a circulação sanguínea e chega ao ar alveolar – de onde vem o ar soprado. Dessa forma, o bafômetro analisa o álcool presente no corpo de Júlio e não só da parte externa da boca. Essa substância também demora mais do que quinze minutos para ser eliminada do corpo, sendo assim, o teste do bafômetro vai indicar que Júlio ingeriu bebida alcoólica.

Resultados (elementos a serem calibrados na situação-problema):

1. Domínios do conhecimento:

Deverão ser abordados na situação-problema aspectos relacionados à legislação de trânsito, funcionamento do bafômetro e concentrações de álcool no corpo humano para que os alunos não percam tempo buscando essas informações;

2. Habilidades de resolução de problemas e de aprendizagem autodirigida:

Baseado nos objetivos relacionados a esses parâmetros, deverão ser fornecidas as seguintes informações para os alunos nos seus processos de solução do problema e estudo autodirigido:

Componente pesquisa: Qual informação eles necessitam pesquisar: funcionamento de absorção e transporte de álcool pelo corpo; esclarecer que os efeitos do álcool no sistema nervoso estão fora do escopo do problema.

Componente raciocínio: Importância de se compreender o funcionamento desses sistemas para entender o que ocorre com o álcool no caminho da ingestão para a expiração.

Passo 7: conduzir processos de calibração

A partir do observado na seção resultados do passo anterior, algumas informações adicionais devem ser apresentadas na situação-problema. Seguem-se, então, as seções adicionadas de acordo com os componentes elencados no passo anterior da situação-problema reformulada.

Situação-problema reformulada:

Júlio, rapaz de 19 anos, que trabalha como técnico de TI, pretende sair hoje para comemorar, pois sua carteira de habilitação finalmente saiu. Assim, decide ir ao Mico's Rock Bar com seu amigo Dudu. Empolgado com a conquista e a balada, Júlio acabou não resistindo e bebeu um copo de cerveja. Ao ver isso, Dudu diz:

– Poxa, Júlio! A gente já estava para ir embora. Agora não vai dar pra sair, senão você vai se dar mal se tiver que passar pelo bafômetro!

Júlio logo retruca:

– Dá nada não, moço! É só um chopinho! A gente espera uns quinze minutinhos, eu lavo a boca, mastigo um chiclete, e esse bafo de álcool sai!

Será que Júlio está certo? Em grupo, vocês devem dar a resposta.

Seção inserida com base nos resultados dos domínios do conhecimento:

Inicialmente, é importante conhecer sobre o Código de Trânsito Brasileiro, que não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista. O motorista que for flagrado sob efeito de álcool, com até 0,29 miligramas por litro de ar expelido, estará cometendo uma

infração gravíssima (7 pontos na Carteira Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.

Para fiscalizar se a Lei está sendo cumprida, a polícia se utiliza do etilômetro (conhecido popularmente como bafômetro), que verifica a presença de álcool no ar expelido. O bafômetro possui um tubo por onde a pessoa a ser testada deve soprar durante cinco segundos. Seu funcionamento ocorre através de uma reação química entre o ar expelido (gás oxigênio e álcool, no caso de a pessoa ter ingerido bebida alcoólica) e uma célula combustível presente no bafômetro, que ocasiona a liberação de elétrons (quanto mais álcool, mais elétrons são liberados). Essa liberação de elétrons, por sua vez, gera uma corrente elétrica passível de ser codificada por um microchip em uma informação de concentração alcóolica.

Seção inserida com base nos resultados das habilidades de resolução de problemas e de aprendizagem autodirigida:

Finalmente, tenham em mente o trajeto que o álcool presente na bebida fará. Por onde essa substância passa após ser ingerida? Por quanto tempo o álcool permanecerá no corpo de Júlio até ser eliminado? Essas são as primeiras questões a serem consideradas. Lembrem-se de que, apesar de os efeitos do álcool no sistema nervoso serem um tópico importante e muito interessante, pesquisar sobre ele agora não irá ajudar a concluir se Júlio estava correto ou não em sua afirmação. Mãos à obra!

Passo 8: construção de componentes reflexivos

A elaboração dos “componentes reflexivos” na situação-problema está relacionada com a inserção de elementos que irão permitir que o estudante observe os conhecimentos que ele deverá adquirir a partir do desenvolvimento das diferentes etapas do ciclo de aprendizagem da ABP. Dessa forma, o último parágrafo da situação-problema ficará com a seguinte redação:

– Finalmente, tenham em mente o trajeto que o álcool presente na bebida fará:

- *Por onde essa substância passa após ser ingerida?*
- *Como o álcool chega ao bafômetro?*
- *Por quanto tempo o álcool permanecerá no corpo de Júlio até ser eliminado?*

Essas são as primeiras questões a serem consideradas. Também considerem que, apesar de os efeitos do álcool no sistema nervoso e a metabolização do álcool no corpo serem um tópico importante e muito interessante, pesquisar sobre eles agora não irá ajudar a concluir se Júlio estava correto ou não em sua afirmação.

Mãos à obra!

Passo 9: examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R

	Conteúdo	Contexto	Conexão
Pesquisa	 <p>Auxilia na aquisição de conhecimento</p>	 <p>Auxilia a direcionar a pesquisa a ser realizada</p>	 <p>Auxilia na integração do conhecimento adquirido com os conhecimentos prévios</p>
Raciocínio	 <p>Auxilia no processamento do conhecimento e sua aplicação</p>	 <p>Auxilia a direcionar o raciocínio</p>	 <p>Auxilia na integração do conhecimento adquirido com os conhecimentos prévios</p>
Reflexão	 <p>Auxilia a avaliar a aquisição e processamento dos conteúdos</p>	 <p>Não auxilia em direcionar a reflexão. No entanto, como o contexto é geral, a revisão não é necessária</p>	 <p>Auxilia na integração do conhecimento adquirido ao solicitar que os alunos reflitam sobre o processo de resolução de problemas</p>

Conclusão: os componentes 3C3R estão dando suporte um ao outro, o que implica a criação de uma situação-problema otimizada nesses componentes. Dessa forma, a versão presente no passo 8 é a versão final da situação-problema elaborada. Para auxiliar no componente reflexivo, questões podem ser feitas aos alunos após o ciclo de aprendizagem da ABP.

Observação: questões que podem ser abordadas (após o ciclo de aprendizagem da ABP, auxiliando no componente reflexivo):

- Nem todo o álcool presente no sangue passa para o alvéolo, grande parte dele continua na circulação sanguínea. Qual será a continuação do trajeto que o álcool realiza nesse sistema?
- De que maneira são controlados os processos de ventilação pulmonar e circulação sanguínea? O álcool pode afetar o controle desses processos em curto e/ou longo prazo?

Versão final da situação-problema:

Júlio, rapaz de 19 anos, que trabalha como técnico de TI, pretende sair hoje para comemorar, pois sua carteira de habilitação finalmente saiu. Assim, decide ir ao Mico's Rock Bar com seu amigo Dudu. Empolgado com a conquista e a balada, Júlio acabou não resistindo e bebeu um copo de cerveja. Ao ver isso, Dudu diz:

– Poxa, Júlio! A gente já estava para ir embora. Agora não vai dar pra sair, senão você vai se dar mal se tiver que passar pelo bafômetro!

Júlio logo retruca:

– Dá nada não, moço! É só um chopinho! A gente espera uns quinze minutinhos, eu lavo a boca, mastigo um chiclete, e esse bafo de álcool sai!

Será que Júlio está certo? Em grupo, vocês devem dar a resposta.

Inicialmente, é importante conhecer sobre o Código de Trânsito Brasileiro, que não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista. O motorista que for flagrado sob efeito de álcool, com até 0,29 miligramas por litro de ar expelido, estará cometendo uma infração gravíssima (7 pontos na Carteira

Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.

Para fiscalizar se a Lei está sendo cumprida, a polícia se utiliza do etilômetro (conhecido popularmente como bafômetro), que verifica a presença de álcool no ar expelido. O bafômetro possui um tubo por onde a pessoa a ser testada deve soprar durante cinco segundos. Seu funcionamento ocorre através de uma reação química entre o ar expelido (gás oxigênio e álcool, no caso de a pessoa ter ingerido bebida alcoólica) e uma célula combustível presente no bafômetro, que ocasiona a liberação de elétrons (quanto mais álcool, mais elétrons são liberados). Essa liberação de elétrons, por sua vez, gera uma corrente elétrica passível de ser codificada por um *microchip* em uma informação de concentração alcóolica.

Finalmente, tenham em mente o trajeto que o álcool presente na bebida fará:

- Por onde essa substância passa após ser ingerida?
- Como o álcool chega ao bafômetro?
- Por quanto tempo o álcool permanecerá no corpo de Júlio até ser eliminado?

Essas são as primeiras questões a serem consideradas. Também considerem que, apesar de os efeitos do álcool no sistema nervoso e a metabolização do álcool no corpo serem um tópico importante e muito interessante, pesquisar sobre eles agora não irá ajudar a concluir se Júlio estava correto ou não em sua afirmação.

Mãos à obra!

Considerações Finais

Criar problemas adequados para serem utilizados na ABP não é uma tarefa trivial. No entanto, pouco existe na literatura que pode efetivamente auxiliar nessa tarefa. O método proposto por Hung (2006, 2009) mostrou-se importante ao auxiliar na construção de um problema adaptado para o público-alvo que, no caso, eram estudantes do Ensino Médio sem experiência em ABP. Essa metodologia pode ser muito útil para auxiliar professores inexperientes. Porém, refinamentos da metodologia podem ser feitos, especialmente à medida que o professor observar que os ajustes auxiliam na criação do problema e/ou no aprendizado dos alunos.

Pesquisas futuras podem também verificar a qualidade do problema criado pelo método de Hung por meio de metodologias de avaliação *a posteriori*. Por exemplo, a aplicação da escala da qualidade de problemas proposta por Sockalingam e colaboradores (Sockalingam; Rotgans; Schmidt, 2012) pode prover uma validação do problema criado. Tal iniciativa tem o potencial para trazer maior robustez ao modelo e ampliar a utilização da ABP na formação de professores.

Referências Bibliográficas

- AZER, S. A et al. Twelve tips for constructing problem-based learning cases. **Medical teacher**, v. 34, n. 5, p. 361–7, 2012.
- DOLMANS, D.; GIJBELS, D. Research on problem-based learning: Future challenges. **Medical Education**, v. 47, n. 2, p. 214–218, 2013.

- DOLMANS, D. H. J. M. et al. Seven Principles of Effective Case Design for a Problem Based Curriculum. **Medical teacher**, v. 19, n. 3, p. 185–189, 1997.
- GAGNÉ, R. M. Presidential address of division 15 learning hierarchies. **Educational Psychologist**, v. 6, n. 1, p. 1–9, 1968.
- HMELO-SILVER, C. Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235–266, 2004.
- HOFFMAN, B.; RITCHIE, D. Using multimedia to overcome the problems with problem based learning. **Instructional Science**, v. 25, n. 2, p. 97–115, 1997.
- HUNG, W. The 3C3R Model: A Conceptual Framework for Designing Problems in PBL. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, p. 55–77, 2006.
- HUNG, W. The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. **Educational Research Review**, v. 4, n. 2, p. 118–141, 2009.
- HUNG, W. Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. **Educational Technology Research and Development**, v. 59, n. 4, p. 529–552, 2011.
- HUNG, W. All PBL Starts Here: The Problem. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, n. 2, 2016.
- JONASSEN, D. H.; HUNG, W. All Problems are Not Equal: Implications for Problem-Based Learning. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 2, n. 2, p. 10–13, 2008.
- LIMA, G. Z. DE; LINHARES, R. E. C. Escrever bons problemas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 32, n. 2, p. 197–201, 2008.

- O'NEILL, G.; HUNG, W. Seeing the Landscape and the Forest Floor: Changes Made to Improve the Connectivity of Concepts in a Hybrid Problem-Based Learning Curriculum. **Teaching in Higher Education**, v. 15, n. 1, p. 15–27, 2010.
- SCHMIDT, H. G. Problem-based learning: rationale and description. **Medical Education**, v. 17, n. 1, p. 11–16, 1983.
- SCHMIDT, H. G.; MOUST, J. Designing Problems. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 31–46.
- SOCKALINGAM, N.; ROTGANS, J.; SCHMIDT, H. Assessing the Quality of Problems in Problem-Based Learning. **International Journal of Teaching and Learning in Higher Education**, v. 24, n. 1, p. 43–51, 2012.
- SCHMIDT, H. G. Characteristics of Problems for Problem-Based Learning : **The Students' Perspective**. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 5, n. 1, p. 3–16, 2011.
- STEPIEN, W. J.; PYKE, S. L. Designing Problem-Based Learning Units. **Journal for the Education of the Gifted**, v. 20, n. 4, p. 380–400, 1997.
- TAWFIK, A. A.; TRUEMAN, R. J.; LORZ, M. M. Designing a PBL Environment Using the 3C3R Method. **International Journal of Designs for Learning**, v. 4, n. 1, p. 11–24, 2013.
- TORP, L.; SAGE, S. **Problems as possibilities: problem-based learning for K-16 education**. Alexandria: ACSD, 2002.
- VEKLI, G. S.; CIMER, A. Designing Computer Assisted Problem Based Learning Environment in the Subject of Endocrine System in Human Beings for High School Biology. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 47, p. 303–310, 2012.

XUE, H. et al. 3C3R Modified PBL Pediatric Teaching of Chinese Medical Students. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, 2013.

CAPÍTULO 4

ESTRATÉGIAS PARA

AValiação NA

APRENDIZAGEM BASEADA

EM PROBLEMAS

Melise Camargo

No capítulo 2, afirmamos que não existem “*fórmulas prontas*” para resolver um tema tão complexo como a “*avaliação da aprendizagem escolar*”. Entretanto, embora não tenhamos a pretensão de esgotar o assunto, acreditamos que a avaliação deve obedecer a determinadas diretrizes que serão abordadas neste capítulo.

A perspectiva construtivista de ensino e estruturação curricular assume que, além da avaliação da aprendizagem dos estudantes dentro de um amplo leque de competências diferentes (motoras, cognitivas, de equilíbrio emocional, de relação interpessoal e de atuação e inserção social), se faz necessário avaliar a própria atuação do professor e das atividades de ensino que são planejadas e desenvolvidas (Coll e Martín, 2006). Nesse contexto, as práticas tradicionais de ensino e de avaliação necessitam sofrer uma profunda reformulação. Luckesi (2008) afirma que os sistemas de ensino se fundamentam mais numa pedagogia do exame, alicerçada em testes, provas e índices de aprovação e reprovação, do que em uma pedagogia de ensino e aprendizagem.

Perrenoud (1999) destaca que a tradição da avaliação escolar está associada à *criação de hierarquias de excelência*. “Os alunos são comparados e depois classificados em virtude de uma norma de excelência, definida no absoluto ou encarnada pelo professor e pelos melhores alunos” (p.11). Nesse sentido, a avaliação está *a serviço da seleção e não a serviço das aprendizagens*.

Em geral, a avaliação da aprendizagem escolar é reduzida a números e médias que buscam classificar os alunos a partir da capacidade que eles possuem de memorizar determinados conteúdos para realizar provas, testes ou exames. Assim, a avaliação escolar se distancia do aspecto *formativo*, tornando-se um meio para regular de forma contínua as intervenções e as situações didáticas em sala de aula (Perrenoud, 1999). Não raro, os alunos “*não estudam para aprender*”, mas para decorar conteúdos e “*se dar bem na prova, conseguindo a média necessária para passar de ano*”. Desse modo, os processos avaliativos estão preocupados em gerar “notas” dos estudantes e não no percurso e a aprendizagem dos aprendizes.

Da mesma forma, testes e provas são empregados como instrumentos de “*acerto de contas*” com os alunos. Por outro lado, os pais se satisfazem simplesmente com as boas notas dos seus filhos nas provas, e a gestão das escolas centra suas atividades nos resultados dos exames, enquanto a dinâmica dos processos educativos é ignorada (Luckesi, 2008).

Outro problema central da avaliação escolar dentro da “*pedagogia do exame*” é que muitas vezes os valores das notas das provas, assim como da média obtida, não dão a devida consideração ao avanço do aprendizado do estudante. Nas escolas e universidades, é muito comum que a avaliação de aprendizagem

das disciplinas se restrinja a duas provas bimestrais de memorização de conteúdo, que irão produzir a média final de cada estudante. Entretanto, a avaliação da aprendizagem escolar não deve se restringir apenas ao momento das provas e da construção da média final dos estudantes, quando geralmente se define os aprovados e os condenados ao fracasso escolar (*avaliação somativa com caráter classificatório*). A avaliação, portanto, não deve ser apenas “*somativa*” (da aprendizagem), mas também “*formativa*” (para a aprendizagem). Ou seja, deve acompanhar o progresso e ser voltada para a aprendizagem dos alunos. Assim, o processo avaliativo torna-se um instrumento valioso no fornecimento de subsídios para intervenções de aprimoramento das estratégias de ensino.

A avaliação é um processo que deve estar relacionado com os objetivos de aprendizagem que devem ser previamente estabelecidos no planejamento das atividades escolares. Ademais, é necessário ter um novo “olhar” para a relação entre o *certo* ou *errado*, considerando o erro como sendo uma oportunidade de aprendizagem e não como um processo de condenação definitiva dos estudantes. A competência de desenvolvimento de trabalhos didáticos, a partir das representações que os alunos possuem do mundo, dos erros e dos obstáculos da aprendizagem, são competências ou habilidades essenciais a serem desenvolvidas na formação dos professores.

Outro aspecto a ser considerado é que qualquer método de avaliação apresenta limitações. Isso significa que é fundamental que os professores apliquem diversos procedimentos avaliativos, relacionados com os objetivos de aprendizagem que se busca alcançar, no intuito de se conseguir uma avaliação mais justa e precisa do desenvolvimento de seus alunos. Porém, vale a ressalva

de Philippe Perrenoud, de que não se pode esperar que em poucas semanas estes desenvolvam significativamente a sua capacidade de imaginação, expressão e argumentação, raciocínio ou de realizar atividades de forma cooperativa (Perrenoud, 2000).

Também é imprescindível que se dê transparência e clareza aos alunos em relação aos objetivos de aprendizagem que precisam ser alcançados, do que se espera deles como protagonistas do processo ensino-aprendizagem. Frequentemente, os professores desempenham seus papéis em sala de aula sem clareza, como se os alunos tivessem que adivinhar o que eles precisam fazer e as metas de aprendizado que devem cumprir. Muitas vezes os professores usam a “estratégia” de sonegar informações aos alunos acerca dos seus desempenhos nas etapas de avaliação. Tais hábitos são contraproducentes na medida em que a avaliação é sobre a aprendizagem *dos estudantes* e eles precisam dessa informação para aprimorar suas práticas de estudos. A avaliação deve funcionar, dentre outros aspectos, para a superar o fracasso escolar em vez de concretizá-lo.

A seguir, discutiremos como se processa a avaliação na ABP, bem como suas características, de forma a superar os problemas da avaliação tradicional.

Aprofundando alguns aspectos sobre avaliação na ABP

Quanto mais inovadora a estratégia de ensino, mais “*ameaçadora*” ela pode se tornar para os alunos e os professores. Para se conceber uma forma diferente do processo de ensino-aprendizagem, é necessário romper com as regras clássicas de avaliação, dos papéis formalmente

executadas por alunos e professores no ensino tradicional. Em linhas gerais, a avaliação na ABP consiste numa abordagem mais formativa, na qual são consideradas três perspectivas distintas, geralmente com pesos diferentes, mas relacionadas entre si: i) a de cada aluno sobre o seu próprio trabalho (**autoavaliação**); ii) a dos colegas que formam os grupos de trabalho que irão atuar na resolução dos problemas (**avaliação entre pares**); e iii) a **avaliação do professor**.

Além do domínio de conteúdos didáticos, os objetivos da aplicação da ABP buscam aprimorar o modo como os aprendizes aplicam esses conhecimentos e como desenvolvem suas habilidades. Desse modo, é necessário que sejam realizadas *avaliações de desempenho*, nas quais se analisem as práticas de cooperação, comunicação, do trabalho em equipe, além da competência de cada indivíduo e do grupo para responder, gerenciar e resolver as situações-problema apresentadas (Glasgow, 1997; Bie, 2008).

A avaliação deve considerar a capacidade de observação, reflexão, criação, julgamento, comunicação, convívio, cooperação, decisão e ação. Assim, o processo avaliativo estará dentro de um contexto em que o aluno se torne, de modo gradativo e contínuo, capaz de pensar de forma autônoma e de gerir o seu próprio processo de aprendizagem. Se o fim principal da ABP é envolver o conhecimento dos alunos e a forma como eles aplicam esses conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades, essencialmente, o que devemos levar em consideração é: onde os alunos se encontram na aprendizagem, aonde queremos que eles cheguem e o que deve ser feito para que cheguem lá. Para isso, considerando o papel de professores e alunos separadamente, podemos dizer que cabe ao professor:

1. Esclarecer e compartilhar as intenções de aprendizagem e critérios para obter sucesso: para que os alunos compreendam o que estão tentando aprender, porquê e o que se espera deles;
2. Organizar discussões e atividades efetivas em sala de aula de forma a evidenciar a aprendizagem: para criar um ambiente na sala de aula onde os alunos possam expor suas próprias ideias, pensar em voz alta e explorar a sua compreensão;
3. Fornecer feedback que seja capaz de promover a aprendizagem: referenciando a qualidade de seu trabalho e o que os alunos podem fazer para torná-lo melhor;

Os alunos são responsáveis por:

4. Reconhecer o sucesso no trabalho dos outros, além de se perceberem como colaboradores e fornecedores de recursos didáticos entre si (avaliação entre pares);
5. Ser agente da própria aprendizagem, isto é, reconhecer o sucesso em seu próprio trabalho e se concentrar em como e o que estão aprendendo e onde ainda podem melhorar (autoavaliação).

A seguir, apresentamos algumas dicas e exemplos de como estes princípios podem ser colocados em prática. Estes elementos têm mais valor quando são vistos como parte integrante do processo de aprendizagem, e não como atitudes isoladas tomadas em momentos específicos da aula. Além disso, eles devem estar presentes nos diferentes métodos que o professor utilizar (e incentivar a utilização) na sala de aula.

Colocando as intenções de aprendizagem e os critérios para obter sucesso em prática

As intenções de aprendizagem precisam ser compartilhadas com os alunos antes de iniciar uma atividade ou uma aula. Para melhor efeito, sugerimos cinco passos a serem utilizados:

- Identifique o que os alunos irão aprender;
- Explique a razão para a aprendizagem;
- Compartilhe (e às vezes negocie a aprendizagem e a razão com os alunos);
- Apresente as informações em uma linguagem que eles possam entender;
- Revisite a intenção da aprendizagem ao longo da atividade ou aula.

É muito fácil para você e seus alunos confundirem o que eles estão fazendo (contexto) com o que eles estão aprendendo. Lembre-se de que as intenções de aprendizagem são mais eficazes quando se concentram no aprendizado e não na atividade em si.

A seguir reproduzimos (William, 2011) dois exemplos bem simples para clarificar esses conceitos:

Intenção de aprendizagem confusa	Intenção de aprendizagem clara	Contexto
Ser capaz de escrever as instruções para a troca de um pneu de bicicleta	Ser capaz de escrever instruções claramente	Trocar o pneu de uma bicicleta
Desenvolver um experimento para descobrir as melhores condições para se criar um inseto específico	Desenvolver testes para questões científicas	Habitat preferido de um inseto específico

Se as intenções de aprendizagem descrevem o que os alunos poderão aprender durante uma atividade ou uma lição, os critérios para obter sucesso são os meios pelos quais os alunos possam reconhecer se eles foram bem-sucedidos em sua aprendizagem. Eles explicitam essencialmente os passos necessários para alcançar as intenções de aprendizagem, oferecendo orientações específicas sobre como ser bem-sucedido em determinada atividade. Voltando ao exemplo da bicicleta, observe que os critérios para obter sucesso resumem os pontos principais de ensino (ingredientes-chave) ou processos (etapas-chave), e eles sempre estão ligados diretamente às intenções de aprendizagem.

Intenção da aprendizagem: Ser capaz de escrever instruções claramente.
Atividade: Como ensinar a trocar o pneu de uma bicicleta.
<p>Eu vou ser bem-sucedido se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Especificar quais são as ferramentas necessárias; - Explicar como retirar o pneu antigo; - Especificar como fixar o novo pneu na bicicleta; - Especificar como deve ser a aparência final.

Para Wiliam (2007), uma forma interessante de ajudar os alunos a entenderem as intenções de aprendizagem e os critérios para obter sucesso é pedindo que eles deem uma olhada nos trabalhos (atividades) de seus colegas, incentivando-os a discutir quais foram os pontos positivos e negativos de cada um. Essa atitude fará com que eles pensem onde não foram bem-sucedidos e de que forma poderiam ter realizado a atividade para atingirem os critérios preestabelecidos. Além disso, fará também com que eles prestem atenção em quais partes se saíram bem, não dando atenção apenas aos pontos de insucesso.

Organizando discussões e atividades efetivas em sala de aula de forma a evidenciar a aprendizagem

Na ABP, discussões eficazes podem servir para dois propósitos: avaliar e ajudar na compreensão.

As discussões para avaliação normalmente são lideradas pelo professor. Elas ajudam a explicitar informações a respeito de onde os alunos se encontram na aprendizagem. Essas informações sobre o conhecimento dos alunos, suas compreensões e habilidades podem, então, apoiar o planejamento e a seleção de estratégias de ensino para que os alunos avancem do nível em que estão para o nível que precisam chegar.

As discussões destinadas a ajudar na compreensão podem ser lideradas tanto pelo professor como pelos alunos. Quando lideradas pelo professor, podem ajudar os alunos a fazerem conexões que não são imediatamente aparentes e discretamente orientar os alunos para os fatos, soluções e conclusões de que eles precisam para resolver o problema em questão. As discussões lideradas pelos

alunos são um processo-chave na aprendizagem, que lhes permite desenvolver a independência e o trabalho com os problemas, além de refletir e avaliar seus próprios entendimentos.

Para introduzir discussões mais eficazes em sala de aula, apresentamos algumas estratégias simples que podem ser seguidas:

1. Elaborar perguntas melhores;
2. Perguntar melhor;
3. Lidar com as respostas de forma produtiva;
4. Incentivar os alunos a perguntar (e a elaborar perguntas).

Elaborar perguntas melhores

A primeira estratégia que você pode adotar para elaborar perguntas melhores é planejá-las cuidadosamente. Pergunte a si mesmo:

- O que eu quero que meus alunos aprendam?
- Como eu quero que eles aprendam?
- Como vou saber se eles aprenderam?

Suas respostas a essas questões irão ajudá-lo a garantir que suas perguntas estejam reforçando o foco para o aprendizado. Essas reflexões também mostrarão qual a compreensão que os alunos têm do aprendizado.

Em seguida, tente fazer menos perguntas. Muitas das suas

perguntas não são feitas para serem respondidas, pois são, na verdade, somente instruções (você poderiam se sentar, por favor?), perguntas retóricas (você acha que eu não vi isso?) ou questões para o próprio professor. Portanto, tente fazer as perguntas que você realmente quer que os alunos respondam.

Aconselhamos também que você use mais perguntas “*abertas*”. Quando você quiser, por exemplo, saber o que eles entenderam, procure utilizar mais perguntas do tipo: “Por que você acha que...?”, “Você poderia me falar mais sobre...?” Ou até mesmo perguntas “fechadas” com mais de uma resposta possível, como “Qual é a cor do céu?”. Você também pode formular perguntas para incentivar respostas mais atenciosas (por exemplo, em vez de perguntar “Quanto é $7 + 8$?” - pergunte: “De quantas maneiras podemos chegar ao número 15?”. Para incentivar os alunos a assumir riscos, você pode usar perguntas em que eles não tenham que encontrar a resposta correta – que é a base da ABP –, mas devem explorar opções e compartilhar soluções possíveis. Note que diferentes tipos de perguntas servem a propósitos diferentes. Algumas procuram fatos apenas, e outras incentivam e ampliam a compreensão dos alunos.

Finalmente, prepare ‘questões fundamentais’. Elaborar três ou quatro “questões-chave” antes de uma aula ou atividade pode ajudá-lo a introduzir a lição, as intenções de aprendizagem e a estrutura da aula; promover interações e manter todos envolvidos na tarefa. Essas questões fundamentais podem ser apresentadas em cartazes ou sob a forma de um mapa mental.

Perguntar melhor

A segunda estratégia é perguntar melhor. Isto inclui a maneira como você faz as perguntas, bem como a forma como você permite que os alunos respondam.

Uma técnica útil é envolver a turma toda. Se você quiser promover uma cultura de ‘assumir riscos’, isto é, que os estudantes não tenham medo de responder e tentar, é preciso garantir que eles não se sintam ameaçados. Você pode envolver toda a classe, simplesmente andando pela sala enquanto faz as perguntas para dinamizar as discussões. Em vez de abordar um único aluno, dirija sua fala ao grupo, incentivando a participação e o envolvimento de todos. Os alunos ficam muitas vezes intimidados por ter que se expor diante de toda a turma. Uma forma de diminuir esse efeito é incentivar que primeiro o aluno pense sobre sua resposta, discuta-a com um parceiro e, em seguida, compartilhe com um grupo. Isso pode desviar o foco do indivíduo, melhorar a autoestima e dar aos mais tímidos mais coragem para tentar.

Fornecer aos alunos ‘tempo para pensar’ também irá melhorar seu processo de questionamento. Pesquisas mostram que os professores normalmente esperam menos de um segundo para que os alunos respondam aos seus questionamentos. Ao aumentar esse tempo de espera para três ou cinco segundos, faz uma diferença significativa na eficácia da sua pergunta.

Ao fazê-lo, você perceberá que:

- Está dando aos seus alunos o tempo que eles precisam para organizar suas ideias;
- Terá mais alunos prontos a dar uma resposta;

- Haverá menos respostas do tipo “Eu não sei”;
- Produzirá mais respostas completas e criativas;
- Dará mais oportunidades aos alunos com mais dificuldades.

No entanto, certifique-se de que os alunos conheçam e compreendam que há tempo para pensar para que eles não se sintam pressionados a responder de imediato.

Lidar com as respostas de forma produtiva

Um questionamento eficaz também está relacionado com a forma com que lidamos com as respostas dos alunos, e não apenas o quão bem nós formulamos e lançamos as perguntas. Lembre-se de que parte de seu papel como professor é ouvir ativamente as respostas dos alunos e, ao mesmo tempo, não ignorar outras expressões que muitas vezes revelam mais sobre o nível de compreensão dos alunos do que aquela que você estava esperando.

Uma dica para lidar de forma produtiva com as respostas é utilizar as “erradas” como um *trampolim ou andaime* para facilitar a aprendizagem. O truque consiste em apontar o erro de tal forma que você realmente não diga “Não, isso está errado” e ao mesmo tempo oriente o aluno para uma melhor resposta.

Usar frases rápidas também é recomendado. Estas ajudam o aluno a repensar e a rever o que já foi discutido e também dá dicas para orientá-los e incentivá-los a seguir na direção certa. Por exemplo, pergunte-lhes: “Por que você acha que...?”, “Você poderia explicar porque...”, “Que tal...?”, ou “E se...?”.

Finalmente, sempre ouvir e responder positivamente aos alunos que estão contribuindo para a discussão. Isso pode incentivá-los a ‘sempre tentar’ e oferecer respostas em vez de ficar em silêncio, por medo de dar uma resposta “errada”. Lembre-se de que esses incentivos nem sempre precisam ser verbais. Um gesto com a mão, acenar com a cabeça ou um sorriso encorajador também podem ser usados para solicitar respostas dos alunos. Porém, não elogie o aluno somente por elogiar. Tente responder de forma a incentivar que ele continue a tarefa, não direcionando seu comentário à pessoa do aluno, mas sim à tarefa e ao comentário/resposta que ele deu/fez.

Incentivar os alunos a elaborar perguntas

Como professor, você é quem faz a maioria das perguntas em sala de aula. Incentivar os alunos a fazer perguntas é um processo-chave na aprendizagem, pois:

- promove o envolvimento dos alunos;
- desenvolve independência;
- ajuda os alunos a trabalharem com dificuldades (em vez de pedirem seu auxílio automaticamente);
- desenvolve a capacidade de explicar com mais facilidade; e
- desenvolve a reflexão e avaliação da sua própria aprendizagem (além de muitos outros aspectos apresentados no capítulo 2).

Fornecendo feedback para promover a aprendizagem

Um “feedback” de qualidade é essencial para a aprendizagem efetiva. Entretanto, muitas vezes, ele é dado de forma curta, vaga, impessoal e também tardia. É provável que você já esteja acostumado a dar “feedback” aos seus alunos durante suas aulas na forma de frases como: “Muito bem!”, “Parabéns”, “Precisa estudar mais”. Porém, frases como essas, apesar de darem apoio, não são exemplos capazes de promover a aprendizagem, isto é, um “feedback” formativo.

O “feedback” formativo traz informações sobre a qualidade do trabalho (ou prova) apresentado pelo estudante e fornece conselhos de como ele pode melhorar. Observe que o fundamental é este conselho sobre como melhorar, pois, para ser verdadeiramente formativo, o “feedback” deve informar os próximos passos no processo de aprendizagem. Direcionar o aluno de forma a perceber as melhorias e alcançar o objetivo.

Colocando de forma bem simples, existem dois tipos de “feedback” que podem ser dados aos alunos: o escrito e o oral.

O “feedback” escrito geralmente é dado após uma tarefa ou prova e pode ser feito de três maneiras diferentes: somente nota, nota e comentários, e somente comentários. Uma pesquisa realizada por Butler (1988) mostrou que o “feedback” dado na forma de comentários traz mais benefícios do que aqueles somente com nota ou com nota acompanhada de comentários. Isso se dá basicamente porque, o “feedback” por meio de nota somente mostra ao aluno o que ele não alcançou, não dando nenhum indicativo de como ele pode melhorar. Já quando a nota vem acompanhada de comentários, estes são muitas vezes ignorados, pois o aluno dá mais atenção à nota recebida e, conseqüentemente, às suas falhas. Porém, é importante enfatizar que **não** é necessário fazer comentários escritos em todas as

atividades realizadas pelos alunos. Para começar, escolha um trabalho ou prova específica, ou mesmo um grupo de alunos, e mantenha essa prática até que se torne rotineira, e os alunos também aprendam o que fazer com os comentários fornecidos.

O “feedback” oral normalmente é dado durante a aula, o que nos faz muitas vezes subestimar sua importância, uma vez que este é feito informalmente. Porém, é uma estratégia que deve ser bem aproveitada e pode facilitar seu trabalho posterior, pois:

- É pessoal e específico;
- É imediato e, portanto, permite uma melhoria rápida;
- Reforça a relação entre professor e aluno permitindo que este responda e participe.

Porém, uma pergunta que ainda precisamos nos fazer é: quando é que devemos dar o “feedback” ao nosso aluno?

Idealmente, o “feedback” formativo deve ser dado durante o processo de ensino-aprendizagem, enquanto os estudantes desenvolvem uma atividade ou avaliação formal. Porém, se esse “feedback” for dado após a conclusão do trabalho, não significa que a aprendizagem também precise acabar ali. Em vez disso, você pode estender a ação educativa, dando um tempo para que o aluno possa melhorar. Você pode, por exemplo, dar o “feedback” e deixar que os alunos tentem seguir seus conselhos e aprimorar aquilo que haviam feito na primeira versão. Essa estratégia é mais efetiva e produtiva do que aquele ‘apanhado geral’ após as avaliações, exigindo que o aluno relembre o “feedback” e aplique as estratégias sugeridas somente em tarefas futuras.

Para isso, esse “feedback” deve ser fornecido em uma linguagem acessível, pois como os alunos serão capazes de assimilar e utilizar nosso “feedback” se eles não o entenderem em primeiro lugar?

Sugerimos que, ao fornecer um “feedback” escrito, você o faça de forma estruturada. E sempre explique como você o fez. De acordo com Hattie e Timperley (2007), devemos focar em três perguntas básicas¹¹:

- Onde quero chegar? - Quais são os objetivos de aprendizagem;
- Como estou me saindo até agora? - Qual foi o progresso até agora em direção aos objetivos de aprendizagem;
- O que devo fazer em seguida? - O que falta para alcançar os objetivos de aprendizagem.

Primeiramente, encontre, por exemplo, dois pontos de sucesso. Mostre ao aluno onde ele está no momento – o que ele já aprendeu.

Em seguida, identifique uma área *em que* o aluno possa melhorar imediatamente. Este pode não ser o pior aspecto do trabalho que ele já entregou. É importante identificar um objetivo realista e alcançável em curto prazo.

A seguir, forneça indicações de *como* ele pode melhorar. Isso pode ser feito, por exemplo, com frases como: “Me explique um pouco melhor como você chegou a essa conclusão”. Ou inicie uma frase para que o aluno possa terminá-la. Por exemplo, “o experimento não pôde ser concluído por que...”.

11 Tradução nossa.

Por último, dê tempo para que o aluno possa seguir suas sugestões, isto é, para que ele possa agir com base no “feedback” recebido. Senão, terá o mesmo efeito daquele “apanhado geral” que comentamos anteriormente.

No início do capítulo, comentamos que a avaliação na ABP deve seguir três princípios: a avaliação do professor, a avaliação entre pares e a autoavaliação. Até agora, nós abordamos a avaliação feita pelo professor. Nas sessões que se seguem iremos abordar as avaliações feitas pelos alunos, destacando a importância da reflexão dos estudantes sobre sua própria aprendizagem.

Ajudando os alunos a refletirem sobre sua própria aprendizagem

A reflexão por parte do aluno é um aspecto muito importante na ABP e, conseqüentemente, na sua avaliação: ela promove o aprendizado independente e a comunicação; também facilita as atividades de sala de aula. O professor pode promover a reflexão incentivando a autoavaliação e a avaliação entre ou por pares. Aqui é importante explicar que a avaliação por/entre pares não é aquela em que os alunos realizam uma avaliação em duplas. A avaliação por/entre pares é quando os alunos são convidados a avaliar o trabalho/tarefa/exercício do colega. E esta não é feita por meio de notas.

Essas duas práticas (autoavaliação e avaliação por/entre pares) precisam ser bem estruturadas e apoiadas pelo professor. Além disso, elas precisam dar oportunidade aos alunos de refletirem sobre *o que* e *como* eles estão aprendendo. A autoavaliação e a avaliação entre pares também ajudarão a:

- Melhorar a autoestima dos alunos;
- Desenvolver nos estudantes a habilidade de reconhecer a qualidade de seus trabalhos;
- Aumentar a participação em sala de aula;

Quando os estudantes são incentivados a avaliar o seu próprio trabalho, eles passam a ter um papel mais ativo no processo de aprendizagem. Eles passam a assumir a responsabilidade pela própria aprendizagem e tornam-se mais independentes e autossuficientes, o que significa que nem sempre precisarão de você (ou dos pais) para ajudá-los.

Esta independência os ajudará a ficarem mais focados e motivados em seu trabalho. Ao trabalhar de forma colaborativa, os alunos podem desenvolver a capacidade de discutir habitualmente seus trabalhos e a aprendizagem envolvida e, assim, se tornarão mais confiantes. Esta independência, motivação e confiança inevitavelmente melhora a autonomia e contribui para a criação de uma cultura de aprendizagem em sala de aula que não depende somente do professor.

Quando incentivamos os alunos a olharem para o seu próprio trabalho e para o trabalho dos outros de forma crítica e construtiva, eles desenvolvem um “faro” para a qualidade. Ao observar os trabalhos dos colegas, eles conseguirão reconhecer onde eles mesmos precisam melhorar. Por exemplo, um aluno que aconselha o outro: “Se você tivesse caprichado mais, eu teria conseguido ler seu trabalho mais facilmente”, na próxima oportunidade, seu trabalho vai apresentar reflexos dessa crítica feita ao trabalho do colega, ou seja, será mais caprichado, fácil de ler.

Por intermédio de seu parceiro e/ou trabalho em grupo, os alunos são capazes de fornecer “feedbacks” valiosos uns aos outros, muitas vezes mais úteis ainda do que os fornecidos pelo professor. Até mesmo crianças podem tornar-se muito boas no trabalho desenvolvido com um parceiro de aprendizagem ou “companheiro”. A oportunidade de discutir, explicar e desafiar uns aos outros lhes permite conseguir mais, sem a ajuda do professor.

Preparando os alunos para a autoavaliação e a avaliação entre pares

Antes de pedir que os alunos avaliem seus colegas ou se avaliem, é preciso, primeiro, que eles entendam o que é avaliar. O professor também precisa esclarecer que existe uma diferença entre avaliar e corrigir.

Autoavaliação e avaliação entre pares envolve:

- Alunos ativamente envolvidos no trabalho;
- O professor fornecendo-lhes informações sobre o que eles precisam aprender e como vão saber se foram bem-sucedidos; e
- O professor ajudando-os a aconselhar os colegas sobre como melhorar tanto nos erros quanto também nos acertos.

Para que a reflexão do próprio aluno seja eficaz, eles devem primeiro saber o que eles estão julgando. Se o professor deixar claro quais são os objetivos de aprendizagem e como fazer para atingi-

los, vai ajudar seus alunos a compreenderem o que conta como “qualidade”, sempre lembrando que na ABP não estamos à procura de somente uma resposta final correta.

Até que eles estejam “craques” em fazer isso, o professor deverá modelar o processo e também dar tempo para que eles possam praticar o que foi demonstrado. Um exemplo de como fazer isso é levar um modelo de trabalho feito em anos anteriores e, juntamente com a turma (ou grupos), discutir quais são os pontos positivos e negativos daquele trabalho, e indicar como eles poderiam melhorar. Assim, eles terão uma boa oportunidade de desenvolvimento da competência de julgamento do trabalho dos colegas. Também se tornarão mais confiantes em avaliar seus próprios trabalhos.

Finalmente, é importante que o professor crie o clima certo para incentivar a autoavaliação e a avaliação entre pares. Isto inclui cultivar um clima de abertura para a aprendizagem. Os alunos precisam discutir regular e abertamente a sua aprendizagem, compartilhar a sua compreensão e ver que os erros são uma parte necessária. Numa sala de aula em que o respeito mútuo é incentivado e que ambos, estudantes e professor, discutem a aprendizagem, fica mais fácil que os estudantes deem “feedback” construtivo uns aos outros.

Portanto, oferecer “feedback” e fazer perguntas eficazes são estratégias que podem ajudá-lo a criar um ambiente na sala de aula em que esta abertura seja normal. Além disso, construir o ambiente certo também requer que o professor defina as expectativas, ao colocá-los para trabalhar em grupos, e dê-lhes orientação sobre quais comportamentos são esperados dos alunos. Isso poderia incluir ouvir os outros fazendo um revezamento das falas, por exemplo, o que é um aspecto superimportante na ABP.

No início desta seção, comentamos que tanto a autoavaliação quanto a avaliação por/entre pares precisam dar oportunidade aos alunos de refletirem sobre *o que e como* eles estão aprendendo. Até então, estávamos falando sobre estratégias de avaliar *o que*. Nos próximos parágrafos, discutiremos um pouco sobre o *como*.

Para os alunos, refletir sobre como aprendem pode ser mais difícil do que desenvolver a habilidade de avaliar o que aprenderam ou produziram.

O professor pode usar frases prontas para ajudar os alunos a refletirem sobre seu aprendizado. Aqui vão alguns exemplos:

- A coisa mais importante que aprendi hoje foi...
- O que eu achei mais difícil foi...
- O que eu mais gostei foi...
- O que eu gostaria de aprender mais sobre é...
- Eu preciso de mais ajuda em relação a...
- O que me surpreendeu foi...
- O que realmente me fez pensar foi...
- O que me ajudou quando tive dificuldade foi...
- O que eu mudaria nessa atividade para ajudar meus colegas seria...
- Eu teria aprendido melhor se...

Essas frases irão ajudar os alunos no processo de reflexão e podem ser muito úteis em aulas expositivas. Você pode elaborar essas mesmas frases em forma de perguntas, relacioná-las com um objetivo de aprendizagem específico ou com um objetivo mais abrangente. Uma forma de facilitar o acesso e incentivar a reflexão é colocá-las em um cartaz na frente da sala, em um lugar sempre visível aos alunos, referir-se a elas sempre que possível, não somente no final da aula ou no final de uma situação-problema.

O uso de autoavaliação e avaliação por/entre pares deve ser parte da rotina de sala de aula. É importante também que o professor sempre se refira às intenções de aprendizagem e aos critérios que são esperados que o aluno siga.

Tente sempre variar nas estratégias para que o aluno não fique entediado e passe a realizá-las mecanicamente. Encoraje-os também a desenvolver as próprias estratégias. É importante que todos entendam que a autoavaliação não vai acontecer da noite para o dia. Por isso, é importante que o professor inclua esses momentos em seu planejamento para que um tempo na sala de aula seja reservado para essa tarefa.

Focar nos pontos em que os alunos estão indo bem também é muito importante para que eles entendam que essa reflexão não deve se voltar somente às partes que precisam ser melhoradas. Reforçar os pontos em que eles se saíram bem é, portanto, uma forma de desenvolver a autoconfiança na capacidade de aprendizado. E, por último, é importante que o professor explique esse processo aos pais, pois estes podem auxiliar os alunos a refletirem melhor sobre o que estão aprendendo e como aprenderem melhor. Por exemplo, incentive os pais a perguntarem aos seus filhos o que os ajuda a aprender e o que torna a aprendizagem mais complicada.

Os pais podem também perguntar o que eles aprenderam na escola naquele dia e o que eles não entenderam direito, e os motivos das dificuldades.

Referências Bibliográficas

- BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION (BIE). Aprendizagem Baseada em Projetos: guia para professores do ensino fundamental e médio. Porto Alegre: Artmed, 2008. 200p.
- BUTLER, R. Enhancing and undermining intrinsic motivation: The effects of task-involving and ego-involving evaluation on interest and performance. *British Journal of Educational Psychology*, 58(1), 1988, p. 1–14.
- COLL, C. MARTÍN, E. A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In: CÉSAR COLL E COLABORADORES. *O Construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Editora Ática, 2006. p.197-221.
- GLASGOW, N. A. *New Curriculum for New Times: A Guide to Student-Centered Problem-based Learning*. Thousand Oaks: Corwin Pres Inc., 1997.
- HATTIE, J., & TIMPERLEY, H. The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 2007, p. 81–112.
- LUCKESI, C.C. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. 19 ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- PERRENOUD, P. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999. 183p.
- PERRENOUD, P. Dez novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2000. 192p.

WILIAM, D. *Embedded Formative Assessment*. Bloomington, IN: Solution Tree Press, 2011.

WILIAM, D; THOMPSON, M. "Integrating Assessment with Instruction: What Will It Take to Make It Work?" In *the Future of Assessment: Shaping Teaching and Learning*, edited by C. A. Dwyer. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

CAPÍTULO 5

APLICANDO A

APRENDIZAGEM BASEADA

EM PROBLEMAS

Renato Matos Lopes
Moacelio Veranio Silva Filho
Neila Guimarães Alves
Max Fonseca Pierini

Este capítulo apresenta a síntese de dois estudos já publicados por nosso grupo de pesquisa. O objetivo principal é relatar como foi o emprego e os resultados obtidos na aplicação da ABP em sala de aula para dois públicos distintos. O primeiro relato apresenta o emprego da ABP com alunos do Ensino Médio da Educação Profissional Tecnológica (Lopes *et al.*, 2011). O segundo traz a utilização da ABP para formação de professores regentes da Educação Básica (Pierini *et al.*, 2015). Nos dois exemplos, a disciplina central para o uso dessa estratégia de ensino foi a Química.

A Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química Toxicológica

A ABP foi desenvolvida para uma turma de 16 alunos do Ensino Médio que também cursavam, de forma integrada, a *Habilitação*

Técnica em Análises Clínicas da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV), unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

O objetivo do uso da ABP foi fazer com que os estudantes dominassem conceitos básicos da *Química e Bioquímica*, assim como de técnicas laboratoriais relacionadas com a formação em análises clínicas. Assim, dois temas centrais foram abordados: (a) os efeitos toxicológicos de pesticidas organofosforados e carbamatos sobre a saúde humana; e (b) a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase no plasma sanguíneo para indicar a exposição humana a esses pesticidas.

Seguindo as orientações propostas por Robert Delisle, no livro intitulado *Como realizar a aprendizagem baseada em problemas*, a ABP foi desenvolvida por meio das seguintes etapas: 1) estabelecimento de relações com o problema; 2) estabelecimento de uma estrutura ou plano de trabalho para a resolução do problema; 3) construção de abordagens do problema; 4) *reequacionamento* do problema e; 5) elaboração e apresentação dos produtos (Delisle, 1997).

As três primeiras etapas foram desenvolvidas na primeira aula; a quarta etapa foi realizada uma semana depois; e a quinta etapa na aula da semana subsequente. Como cada aula tinha duração de 3 horas, ao longo de três semanas foram totalizadas, portanto, 9 horas de trabalho com os estudantes em sala de aula. A seguir são descritas, sucintamente, como cada uma dessas cinco etapas foi desenvolvida.

Etapa 1 - Estabelecendo relações com o problema

Esta etapa busca fazer com que os alunos fiquem motivados, tornando-se “*parte interessada*” na resolução da situação-problema apresentada. Uma das maneiras de se fazer isso é por meio da leitura de algum texto relacionado à questão apresentada. No presente caso, optou-se por um diálogo com os estudantes sobre quais informações e conhecimentos prévios eles possuíam a respeito dos “*defensivos agrícolas*”, “*agrotóxicos*”, “*pesticidas*”; dos riscos de intoxicação do homem por estas substâncias; e de possíveis impactos ambientais causados por esses compostos químicos. As respostas obtidas foram muito diversas e tiveram como fontes de informações programas de TV, jornais e revistas.

As diversas ideias levantadas pelos estudantes foram anotadas no quadro negro para que fossem socializadas. A essas o professor acrescentou outras informações, tais como: o Brasil é um dos principais líderes no consumo de agrotóxicos em todo o mundo, e alguns dados sobre intoxicação e envenenamento no Brasil.

Foi, então, apresentada aos alunos a seguinte situação-problema:

“Você é o profissional responsável pela realização de análises toxicológicas em um Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN)”. Numa manhã de quarta-feira, chega ao seu laboratório uma amostra de uma mistura não identificada que possivelmente intoxicou cinco trabalhadores de uma área rural do seu Estado. Também chegaram amostras de sangue desses trabalhadores para serem analisadas.

Acredita-se que exista na amostra que você recebeu uma substância denominada de metil-paration, pois agrotóxicos contendo esta substância são amplamente utilizadas para o combate de pragas nas propriedades rurais da região

onde ocorreram as intoxicações. Sua função, como técnico de análises clínicas e toxicológicas, é encontrar um ensaio laboratorial usando as amostras de sangue dos trabalhadores que possam confirmar se eles foram realmente expostos ao metil-paration.”

Etapa 2 - Estabelecendo um plano de trabalho para a resolução do problema

Delisle sugere a construção de um *Quadro* como instrumento de delineamento/organizador do trabalho a ser desenvolvido pelos estudantes para resolver o problema apresentado. O quadro é composto de quatro colunas que são preenchidas da esquerda para a direita (Quadro 1).

Embora os estudantes sejam os responsáveis pela resolução da situação-problema apresentada, os professores atuam como “*orientadores*” do processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, a primeira coluna do quadro foi preenchida a partir da solicitação do professor para que os estudantes fornecessem “*Ideias*” para solucionar o problema. A segunda coluna (intitulada “*Fatos*”) significou, em outras palavras, “*o que você sabe sobre pesticidas?*”.

A partir das discussões realizadas com auxílio do *professor orientador*, os estudantes listaram as informações que obtiveram por meio da própria apresentação do problema, bem como dos seus conhecimentos prévios sobre o assunto. Uma vez preenchida esta segunda coluna, foi possível passar para a coluna denominada “*Questões de Aprendizagem*”. Nesta terceira coluna, foram listados os conceitos, temas e aspectos que precisavam de mais investigação, elaboração ou definição. Em outras palavras, foram colocados

os aspectos que precisavam ser aprofundados para que fosse possível encontrar as soluções para o problema apresentado. A coluna “*Questões de Aprendizagem*” tem um papel fundamental para direcionar o planejamento das pesquisas e atividades de aprendizagem que serão realizadas pelos estudantes.

A última coluna, intitulada “*Plano de Ação*”, foi construída a partir do registro do *modus operandi* dos alunos para realizar as suas investigações até a aula seguinte.

Após o preenchimento destas três colunas, a turma foi organizada em grupos e, nesta nova configuração, partimos para a próxima etapa do processo de aprendizagem, denominada “*Abordagem do Problema*”.

Etapa 3 – Abordagem do problema

Esta etapa busca construir um processo ou método objetivo e eficiente para a solução do problema apresentado a partir da prática de atividades de aprendizagem de caráter colaborativo e solidário. Como a turma em que esta experiência foi desenvolvida possuía dezesseis estudantes – considerada *pequena* –, foram formados quatro grupos com quatro integrantes. Cada grupo, então, se organizou para definir e analisar propostas para a resolução do problema apresentado.

O debate no interior de cada grupo, com o professor supervisionando e orientando este processo, permitiu que cada integrante pudesse reavaliar seus conhecimentos prévios e também possibilitou um exercício de aprimoramento na elaboração das *questões de aprendizagem*. Conseqüentemente, permitiu a seleção

das questões mais pertinentes ao problema proposto. Coube a cada grupo preencher a coluna intitulada *Plano de Ação*, elaborando as estratégias para coletar informações pertinentes à resolução do problema. O preenchimento resumido das quatro colunas está no Quadro 1.

Quadro 1- O Processo da Aprendizagem Baseada em Problemas

Ideias	Fatos	Questões de Aprendizagem	Plano de Ação
Fazer análises químicas da amostra de pesticida. Procurar um teste bioquímico específico no sangue. Verificar as condições de trabalho dos produtores rurais Fazer uma eletroforese na amostra de sangue	O uso indiscriminado de pesticidas produz pragas mais resistentes. Pesticidas inibem enzimas e alteram o metabolismo. Pesticidas contaminam o meio ambiente e prejudicam a saúde humana.	Preciso saber o que é o metil paration e seus efeitos no homem. O metil paration pode ativar ou inativar alguma enzima? Qual é a fórmula química e os efeitos do metil paration? Como o trabalhador aplica o pesticida na lavoura?	Buscar informações em livros, artigos e internet. Realizar análises que possam detectar a presença de metil paration no corpo dos trabalhadores. Fazer um exame de sangue que detecte enzimas que possam ser inibidas, além de outras alterações metabólicas.

O próximo passo consistiu na realização do estudo individual de cada um dos estudantes. Embora a solução seja do grupo, o momento de estudo individual é fundamental, pois permite que cada aluno use a sua autonomia para buscar as informações que serão compartilhadas com seus colegas. Todos tiveram o prazo de uma semana para estudar por “*conta própria*”, buscar as informações

e se reunir para repensar (*reequacionar*) o problema. Então, os grupos prepararam uma pequena apresentação do processo de trabalho desenvolvido, do conjunto de informações obtidas e dos conhecimentos apreendidos.

Etapa 4 - Reequacionando o problema

Na aula seguinte, após os trabalhos individual e coletivo dos estudantes, cada grupo apresentou, à turma e ao professor, um relatório do trabalho desenvolvido. O relatório foi um dos instrumentos de avaliação de aprendizagem e desempenho dos grupos de trabalho, tendo como critérios os recursos utilizados para investigar as questões de aprendizagem, a pertinência do plano de ação desenvolvido para o alcance das soluções e os conhecimentos adquiridos pelos indivíduos e pelos próprios grupos.

Por meio de troca de informações contidas nos relatórios e debates, foi sugerido aos grupos que fizessem uma nova avaliação de todo o processo de estruturação do trabalho desenvolvido para a resolução do problema. Foi possível considerar a manutenção ou a exclusão de ideias iniciais, a apreensão de novos conhecimentos, a inserção de novas questões de aprendizagem, assim como a reformulação das estratégias do plano de ação. Após estas discussões, cada grupo teve mais uma semana para preparar a apresentação final do trabalho, ou seja, a resolução final da situação-problema apresentada no primeiro dia de aula. Destacamos, novamente, que o professor na ABP possui a tarefa de orientar os estudantes, porém sem determinar rigidamente o percurso de aprendizagem.

Etapa 5 - Elaborando e apresentando os produtos

A ABP é caracterizada por apresentar princípios de avaliação que buscam ultrapassar o uso de provas, testes e outros instrumentos de mensuração da memorização de conteúdos. O uso desta metodologia exige a substituição do paradigma das avaliações somativas para o da avaliação formativa. Portanto, o processo avaliativo foi estruturado a partir do olhar do estudante sobre seu próprio processo de aprendizado, da autoavaliação e da heteroavaliação pelos colegas do grupo. A avaliação pelo professor ocorreu por meio de observações, pareceres escritos e leitura dos documentos apresentados pelos estudantes.

A leitura completa do artigo, aqui sintetizado para a elaboração deste capítulo, irá trazer ao leitor o conjunto de conhecimentos adquiridos pelos estudantes com a aplicação da ABP (Lopes et al., 2011). A experiência de aplicação de ABP com alunos do Ensino Médio, integrado a um curso profissional, foi valiosa para verificarmos o potencial da ABP para realizar a integração curricular e, dessa forma, articular os conhecimentos propedêuticos e técnicos na formação desses jovens. Ademais, a experiência no uso da ABP reforçou a importância da construção de situações-problema vinculadas à vida real e profissional dos estudantes, potencializando a inserção deles como “*partes interessadas*” nos processos de solução de problemas.

A Aprendizagem Baseada em Problemas na Formação de Professores

No ano de 2009, o Ministério da Educação (MEC) lançou o programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) com o objetivo

de induzir a reestruturação dos currículos das escolas públicas de Ensino Médio. O programa foi lançado numa perspectiva de que o currículo do Ensino Médio deve contemplar as quatro áreas do conhecimento (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas) por meio de abordagens metodológicas que evidenciem a contextualização e a interdisciplinaridade entre esses diferentes campos do saber (Brasil, 2012).

O redesenho curricular do ProEMI deve privilegiar, dentre outros aspectos, a interdisciplinaridade, por meio da promoção de atividades de ensino e aprendizagem que integrem “o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura” (BRASIL, 2014). Nesse cenário, a ABP tem potencial para integrar esses eixos que constituem o Ensino Médio, assim como as diferentes áreas do saber.

Esse exemplo traz o levantamento realizado com 14 professores da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro sobre o potencial da aplicação da ABP, em conjunto com a utilização de uma prática de *Volumetria*, para fomentar o ensino interdisciplinar no Ensino Médio.

A Situação-Problema ou Caso Investigativo

No segundo capítulo do livro *Estudos de Casos no Ensino de Química* (Sá, L. P. e Queiroz, S. L., 2010), são apresentados aspectos importantes para a elaboração de um caso investigativo: a utilidade pedagógica para os estudantes e para o curso no qual ele será aplicado. Além disso, os casos devem tratar de questões atuais e despertar o interesse dos alunos; possuir enunciados não muito

longos para evitar uma análise tediosa do problema apresentado; e ser fundamentados em questões controversas e forçar a tomada de decisões.

Aos professores que faziam um curso de atualização sobre o uso da ABP foi apresentada uma proposta de caso investigativo (*situação-problema*) intitulado *Acidez de refrigerantes - Para quê?*:

“Diversos sites com informações e vídeos podem ser encontrados na Internet com o uso da Coca-Cola® para desentupir pias e ralos, limpar pisos, como o mármore do banheiro, retirar a cola de adesivos de multas de trânsito, dentre outras aplicações. Uma explicação adotada pelo senso comum é que na “química” deste refrigerante existe uma quantidade muito grande de ácido – que é uma substância geralmente relacionada com a “dissolução e corrosão” de outras substâncias.

Dona Dalva, moradora de um bairro da zona oeste do Rio de Janeiro, após ouvir os relatos das amigas sobre o efeito “corrosivo” da Coca-Cola® em uma conversa no fim da tarde, chega em casa muito preocupada e comenta com o sobrinho Diego, estudante do Ensino Médio.

Na manhã seguinte, Diego expõe a conversa com sua tia na aula de Química. O professor, ao ver os estudantes interessados, propõe a resolução do problema para a turma e levanta as seguintes questões:

- 1) Como o Ministério da Saúde permite a comercialização desse refrigerante?
- 2) Outros refrigerantes não apresentam ácidos em sua composição?
- 3) Se existir ácido nos outros refrigerantes, será que a diferença de acidez entre os refrigerantes é muito grande?

Vocês são alunos da turma, colegas do Diego. O objetivo de vocês é resolver o problema para que Diego esclareça sua tia Dalva sobre o assunto.”

Para a resolução do problema apresentado, os professores foram divididos em dois grupos e as questões acima foram abordadas em ciclos de aprendizagem, de acordo com a estrutura da ABP já apresentada. Os coordenadores do curso de atualização, assumindo o papel do *professor orientador*, direcionaram as discussões do processo de ensino e aprendizagem para que uma prática laboratorial de *Volumetria* fosse realizada com o intuito de se comparar a quantidade de ácido existente na Coca-Cola® com a quantidade de ácido contida em outros refrigerantes. Os outros refrigerantes escolhidos foram o guaraná e a Fanta® (sabor laranja).

Informações Básicas Sobre a Técnica da Volumetria

A *Volumetria* é uma técnica que pode ser realizada com facilidade em um laboratório escolar de ciências. Essa técnica consiste em utilizar uma *reação de neutralização* entre um ácido e uma base. Em resumo, se conhecermos a quantidade de base utilizada para neutralizar o ácido, pode ser determinada a quantidade de ácido neutralizada. Desse modo, uma solução reagente de uma base, cuja concentração é conhecida (solução padrão), é (foi) empregada para *neutralizar* o *ácido* presente em um determinado volume de refrigerante.

Importante também ressaltar que refrigerantes são produtos muito versáteis, baratos e de baixo risco para a realização de aulas

práticas e demonstrativas nas escolas, possibilitando a abordagem de diversos conceitos da Química, tais como a solubilidade dos gases em água, interações químicas e pH (Lima e Afonso, 2009). Assim, a prática para comparar a quantidade de ácido entre três refrigerantes foi executada com os 14 professores. O objetivo principal foi “disparar” um processo no qual os professores pudessem explorar o potencial do problema apresentado, assim como da prática executada, na integração de conhecimentos das disciplinas que compõem o currículo do Ensino Médio.

Procedimentos na determinação da acidez dos refrigerantes

Os reagentes necessários para realizar a atividade prática são de fácil preparo em um laboratório escolar. A intenção da prática realizada foi refletir com os professores como uma prática de laboratório, aplicada no contexto da ABP, é capaz de promover a integração curricular. Desse modo, os detalhes técnicos da descrição do procedimento foram reduzidos para facilitar a compreensão da prática por professores de disciplinas mais “distantes” das Ciências Naturais.

1) Uma solução reagente de hidróxido de sódio (NaOH) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ foi preparada e colocada cuidadosamente numa bureta com auxílio de um béquer. O NaOH é o mesmo álcali da chamada “soda cáustica”, usada para o desentupimento de encanamentos. Contudo, faz-se a ressalva de que existe uma grande diferença entre um reagente analítico de alta pureza, como é o caso do reagente usado nessa prática, e os produtos comerciais de uso cotidiano. Porém, pelo fato de ser a mesma substância, torna-se possível estabelecer uma relação entre produtos que se encontram

em ambientes controlados dos laboratórios de ensino ou pesquisa e o “cotidiano” de alunos e professores que, possivelmente, já enfrentaram o “desafio” de desentupir um cano nas suas casas.

2) Amostras de 300mg de biftalato de potássio ($C_8H_5KO_4$) foram pesadas e disponibilizadas aos docentes para evitar o uso de balança. Esse sal ácido é um sólido muito estável, não higroscópico, sendo usado na Química Analítica como “Padrão Primário”. Para que a solução de hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ fosse padronizada, uma amostra conhecida do biftalato foi dissolvida em cerca de 100ml de água destilada e titulada da mesma forma que foram titulados os refrigerantes.

3) Empregamos a solução indicadora de fenolftaleína (5% em etanol), que é incolor em pH abaixo de 8 e corada em vermelho acima desse pH. É possível recordar a brincadeira do “Sangue do Diabo”, muito comum em tempos idos e que usa a fenolftaleína como um dos seus reagentes.

4) Para a realização da prática, duzentos mililitros de cada amostra de refrigerante foram levemente aquecidos no micro-ondas para acelerar a retirada do CO_2 . Posteriormente, o refrigerante ficou em descanso por vinte e quatro horas, à temperatura ambiente em frascos abertos. A retirada do CO_2 se fez necessária para eliminar a interferência desse gás na medição do pH dos refrigerantes, sendo esses valores constituídos apenas pela presença dos acidulantes que compõem cada tipo de refrigerante empregado na prática.

A determinação da acidez total do refrigerante foi feita da seguinte forma:

(i) uma amostra de cada tipo de refrigerante foi transferida com uma *pipeta volumétrica* para um *Frasco de Erlenmeyer*, e completou-

se com água destilada o volume de cada solução para cerca de 100ml; (ii) 3 gotas do indicador (fenolftaleína) foram adicionadas a cada solução contendo refrigerante (amostras); (iii) acrescentou-se a solução reagente de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ a cada amostra, gota a gota, com a bureta, até o início do aparecimento permanente da coloração rósea adquirida pela fenolftaleína em pH acima de 8,0, indicando que a quantidade de ácido foi totalmente neutralizada; (iv) o volume gasto da solução reagente foi anotado. Desse modo, de forma simplificada, o volume gasto da solução reagente de NaOH foi utilizado para determinar a quantidade de ácidos totais presentes em cada amostra de refrigerante verificada.

Os professores iniciaram o trabalho prático com a solução de NaOH padronizada, o guaraná e a Fanta®, de modo que *a faixa ou zona de viragem* fosse de fácil visualização por todos. Porém, uma nova questão foi levantada pelos docentes: “*Como iremos fazer com a Coca-Cola®? Não vai ser fácil ver a viragem!*”. Foi possível também introduzir a ideia de instrumentos de medida, com o uso do *potenciômetro* para medir o pH, além de observar a viragem com o indicador (fenolftaleína).

A adição da solução da base titulante (NaOH) para neutralizar os ácidos das amostras de refrigerante é acompanhada da mudança do pH da solução indicada no potenciômetro. Nesse momento, duas questões puderam ser discutidas com os docentes: 1) o uso da tecnologia na transposição de barreiras analíticas no laboratório e 2) a necessidade de compreensão dos conceitos que comandam essas tecnologias e, por consequência, de todo o processo de ensino e aprendizagem que está sendo desenvolvido. Como mencionado, o indicador (fenolftaleína) muda de cor, reagindo quimicamente com as bases e ácidos. Mas como funciona o eletrodo do potenciômetro? Esse conceito irá

demandar questões bem mais complexas de *Eletroquímica*, que podem ser exploradas em outras aulas de Química. Evidencia-se que a integração dos conhecimentos não irá terminar, por exemplo, quando alunos/professores fizerem a apresentação dos relatórios. No entanto, essa integração pode ser desenvolvida em outros momentos no decorrer do ano letivo.

Resultados Obtidos e Discussão

Foi indicada aos professores a leitura dos rótulos dos refrigerantes para que eles verificassem a composição dessas bebidas. Constatou-se, assim, que a Coca-Cola® contém um tipo de acidulante registrado pelo código INS 338. Esse aditivo é o ácido fosfórico, representado pela fórmula química H_3PO_4 . O acidulante dos outros dois refrigerantes possui o código INS 330, representando o ácido cítrico de fórmula química $C_6H_8O_7$ (ANVISA, 2013).

Aos docentes também foi apresentado, como recurso auxiliar de aprendizagem, um artigo do *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*. O texto apresenta as curvas de titulação do ácido fosfórico e do ácido cítrico com uma base forte como é o NaOH (Pereira, 2010). Os dois ácidos são tripróticos, ou seja, possuem três hidrogênios ionizáveis em água. Porém, as curvas e os valores dos pKa mostram que entre os valores de 8 e 9 de pH, que estão na faixa da “viragem” da fenolftaleína, temos duas situações diferentes: o ácido fosfórico apresentaria dois hidrogênios ácidos neutralizados e o ácido cítrico teria três hidrogênios ácidos neutralizados.

Desta forma, em uma titulação destes ácidos com NaOH tendo como indicador de viragem a fenolftaleína, o volume consumido de

base representa 2/3 da titulação do ácido fosfórico e 3/3, ou 100%, da titulação do ácido cítrico. Portanto, os volumes encontrados para a titulação da Coca-Cola® foram multiplicados por 3/2 para encontrar o volume final da titulação. Os volumes para a titulação do ácido cítrico não precisaram de correção. Abaixo apresentamos o quadro com os resultados obtidos da prática de volumetria.

Refrigerantes	Ácido	pH*	V _B (ml)	V _R (ml)	A (g/100 mL)
Coca-Cola®	Fosfórico	2,3	2,25	5	0,0735
Guaraná	Cítrico	2,9	3,0	5	0,137
Fanta®	Cítrico	3,5	3,0	5	0,137

V_B - volume gasto de NaOH / V_R - volume da amostra / A – quantidade total de ácido

*Os valores de pH foram obtidos com a utilização de potenciômetro.

Em síntese, os resultados apresentados mostram que a Coca-Cola® é o refrigerante **que possui a menor concentração total de ácidos**. Contudo, a Coca-Cola® foi o refrigerante com o pH mais baixo (2,3) na medição do potenciômetro, o que indica uma maior quantidade de íons H⁺, ou H₃O⁺, em solução. Tal diferença se deve à *força do ácido* utilizado como acidulante em cada amostra de refrigerante analisada, ou seja, ácido fosfórico ou ácido cítrico. Portanto, a diferença no tipo de ácido utilizado como acidulante na composição dos refrigerantes analisados aponta um caminho na abordagem do caso investigativo proposto.

Em relação às manchas de sujeira, muitas se formam por se fixarem sob o efeito da chamada “água dura”. O fenômeno ocorre

em termos de concentração de íons, quando a água tem alto teor de íons de minerais como cálcio e magnésio (Mól et al., 1995). A “água dura”, pela concentração elevada de íons, dificulta a ação de produtos de limpeza. Quando misturada ao sabão, forma precipitados insolúveis com os ânions carboxilatos daquele produto, produzindo uma espuma que adere a tecidos, pias e banheiras. Deste modo, a retirada de sujeira pela Coca-Cola® pode estar relacionada à reação do ácido fosfórico com os minerais presentes na sujeira formada com água dura, já que fosfatos inorgânicos facilitam a atuação do detergente em águas duras. Isso se deve ao fato de os fosfatos inorgânicos atuarem como agentes sequestrantes, formando complexos estáveis e solúveis com os cátions causadores de dureza da água (Osorio e Oliveira, 2001).

Potencial de integração curricular e outras considerações

Sobre o potencial de integração curricular ou interdisciplinar das atividades desenvolvidas, foram realizados ciclos tutoriais com discussões presenciais, mas também discussões por meio da plataforma Moodle°. Foi indicado aos professores da Educação Básica um “link” da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro que apresenta o “*Currículo Mínimo*” das 12 disciplinas que compõem o Ensino Médio.

A utilização da ABP permitiu um trabalho cooperativo e solidário entre os docentes. Primeiramente, eles determinaram os conteúdos de cada disciplina que poderiam ser abordados a partir da prática de volumetria utilizada para a resolução do problema ou caso investigativo apresentado. Essa construção foi registrada na forma de uma figura representativa dos conhecimentos das

diferentes disciplinas que poderiam ser explorados a partir da situação-problema apresentada e da prática de determinação da acidez dos refrigerantes (Figura 1).

Destacam-se dois aspectos fundamentais na figura: 1) a construção em forma de “teia de aranha”, indicando que não há uma hierarquia entre as disciplinas que compõem a organização curricular do Ensino Médio; e 2) a integração proposta não restringe ou exclui a articulação ou incorporação de outros conteúdos ou conceitos. Em Química, por exemplo, conceitos importantes como funções químicas, potenciometria, tampões e diluição podem ser explorados com o caso investigativo apresentado. Do mesmo modo, em História, a vida e a obra de Lavoisier e Avogadro ou aspectos da Revolução Industrial.

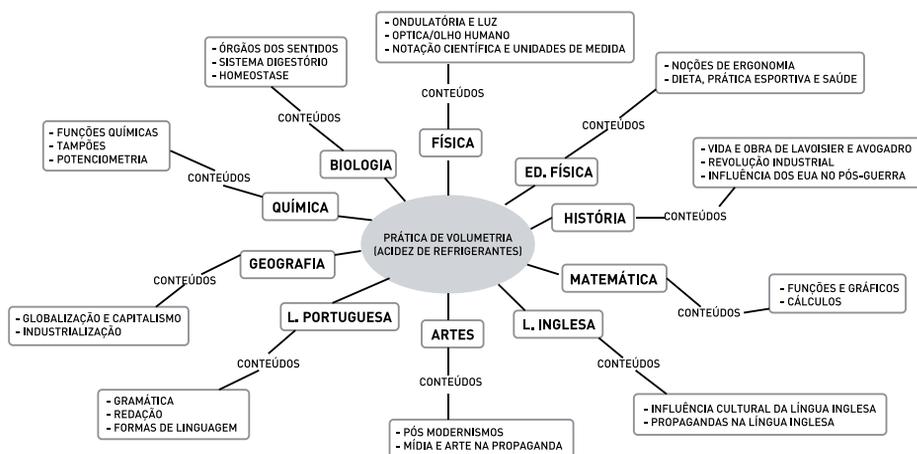


Figura 1. Estrutura em “Teia de Aranha” da relação entre a prática de volumetria e os conhecimentos das doze disciplinas que compõem o currículo do Ensino Médio.

Os resultados, construídos com a participação ativa dos professores da rede pública do Estado do Rio de Janeiro, reforçam

a ideia de que a ABP pode vir a ser uma estratégia eficiente para promover a integração curricular, uma vez que a análise e a resolução de problemas da vida real, tais como a poluição das águas, a cura de doenças como a AIDS na África ou a análise de alimentos (como neste artigo), envolvem o emprego de conhecimentos e formas de pensar diferentes disciplinas. Ademais, a análise dos professores indica a importância pedagógica da inclusão de aulas práticas em laboratório para gerar dados e fomentar discussões importantes, inseridas nos processos de utilização da ABP. Essa integração entre o ensino experimental, aportes teóricos e processos investigativos é fundamental no contexto escolar, potencializando o processo de ensino como algo interessante e motivador para a aprendizagem.

Indo ao encontro do que é preconizado para o Projeto de Redesenho Curricular (PRC) do ProEMI (Brasil, 2014), há a possibilidade de implantação de *currículos híbridos*, que contemplam o uso da ABP conjugada com aulas tradicionais. A adoção de modelos híbridos potencializa o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem interdisciplinares. Mas permite também que o currículo passe por uma mudança gradual e eficiente – de um modelo centrado no ensino tradicional para um modelo centrado na ABP (Carrio et al., 2011, Lian; He, 2013). Portanto, a partir da lógica de construção de uma *estruturação curricular híbrida*, pode-se ter uma organização que possibilite que cada bimestre do ano letivo seja aberto por um problema ou cenário investigativo, tal como o problema apresentado sobre a acidez de refrigerantes.

Esses modelos *curriculares híbridos* são úteis porque, muitas vezes, quando uma instituição busca introduzir um novo modelo educacional, surgem muitos desafios para implantar uma nova cultura de ensino e aprendizagem (Moesby, 2009).

Como últimas palavras, em conjunto, os exemplos apresentados neste capítulo apontam que é possível usar a ABP, inclusive com o desenvolvimento de práticas laboratoriais, para realizar a integração curricular. Além disso, os relatos apresentados mostram que a ABP pode ser efetiva para inserir os aprendizes como “protagonistas do processo educativo”, possibilitando-lhes uma “construção” de conhecimento de forma colaborativa e solidária, sob a supervisão de um professor orientador.

Referências Bibliográficas

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Sistema internacional de numeração de aditivos alimentares*. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivo.htm> . Acessado em dezembro de 2013.
- BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012. Diretrizes Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio. Brasília, 2012.
- BRASIL, Ministério da Educação, 2014. *Programa Ensino Médio Inovador*: documento orientador. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ensino-medio-inovador/documentos>. Acessado em 14/12/2016.
- CARRIO, M.; LARRAMONA, P.; BANOS, J. E. e PEREZ, J. The Effectiveness of the Hybrid Problem-Based Learning Approach in the Teaching of Biology: a Comparison with Lecture-Based Learning. **Journal of Biological Education**, n.45, p. 229-235, 2011.

- DELISLE, R. *How to Use Problem-based Learning in the Classroom*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development - ASCD, 1997.
- LIAN, J. Q.; HE, F. T. Improved Performance of Students Instructed in a Hybrid PBL Format. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 41, p. 5-10, 2013.
- LIMA, A. C. D. S. e AFONSO, J. C. A Química do Refrigerante. **Química Nova na Escola**, n.31, p. 5, 2009.
- LOPES, R.M.; SILVA FILHO. M.V.; MARSDEN, M.; ALVES, N.G. Aprendizagem Baseada Em Problemas: Uma Experiência No Ensino De Química Toxicológica. **Química Nova**, v.34, n.7, p. 1275-1280, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000700029>. Acessado em 14/12/2016.
- MOESBY, E. Perspectiva Geral da Introdução e Implementação de um Novo Modelo Educacional Focado na Aprendizagem Baseada em Projetos e Problemas. In: ARAÚJO, U.F.; SASTRE, G. (Orgs.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior*. São Paulo: Summus Editorial, 2009.
- MÓL, G. S.; BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Água Dura em Sabão Mole. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 32-33, 1995.
- PEREIRA, J. L. G. F. S. C. Previsão de Curvas de Titulação (II): Ácidos Polipróticos. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, n. 17, p. 7, 2010.
- PIERINI, M.F.; ROCHA, N.C.; SILVA FILHO, M.V.; CASTRO, H.C.; LOPES, R.M. Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos e a Formação de Professores: O Potencial de Uma Aula Prática de Volumetria para Promover o Ensino Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, vol. 37, n. 2, p. 112-119, 2015.

OSORIO, V. K. L. e OLIVEIRA, W. Polifosfatos em Detergentes em Pó Comerciais. **Química Nova**, n. 24, p. 700-708, 2001.

SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso no ensino de Química**. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

CAPÍTULO 6

UM REFERENCIAL PEDAGÓGICO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Max Fonseca Pierini
Renato Matos Lopes
Neila Guimarães Alves

Apresentação

Nas discussões sobre educação se fala muito sobre a importância de uma “educação transformadora”, que vá além de um processo de reprodução da sociedade no seu *status quo*. Em outras palavras, o que se deseja é que a escola não seja mera transmissora dos conteúdos consagrados pela escola formal, mas que eduque por meio de uma prática pedagógica que permita humanizar, socializar e desenvolver plenamente o aluno nos seus aspectos cognitivos, afetivos e psicossociais. Porém, como fazer isto? Este é um dos desafios do Sistema Educacional Brasileiro.

No enfrentamento desse desafio, acreditamos que os processos de ensino e aprendizagem na escola devem estar comprometidos com

dois princípios fundamentais: (1) o aluno deve ter um papel ativo e de compartilhamento de responsabilidade no desenvolvimento do seu processo educativo; e (2) o professor ou educador deve atuar como mediador da aprendizagem desses alunos. Nesse contexto, o ensino escolar, sempre que possível, deve se desenvolver com conteúdos contextualizados dentro da realidade social e cultural dos alunos, visto que é neste meio que estes conteúdos são formados, reproduzidos e modificados.

É importante destacarmos as observações de César Coll de que nenhuma teoria psicológica ou de ensino é capaz de lidar com a complexidade das práticas educativas escolares. Portanto, é um erro buscarmos ou insistirmos na procura de relações entre as teorias de ensino e as teorias psicológicas (conhecimento teórico), e os processos concretos de ensino e aprendizagem (contextos práticos da educação), com a intenção de se adotar uma teoria, um modelo, um paradigma, um enfoque ou um planejamento global da educação escolar (Coll, 2003, p.15). Coll afirma que o que vem ocorrendo progressivamente, nas últimas décadas, é a utilização dos conceitos e instrumentos metodológicos que as teorias psicológicas e de ensino proporcionam para buscar uma melhor compreensão dos fenômenos e processos educativos. Assim, essa melhor compreensão, fruto da leitura dos “contextos práticos de educação”, pode dar lugar a propostas concretas, realistas e viáveis para melhorar o ensino e a aprendizagem (Coll, 2003, p.16-17).

Tomamos o construtivismo no ensino como algo relacionado com a construção do conhecimento, que se dá pelas tentativas do indivíduo em realizar ações ou de encontrar explicações ou soluções para circunstâncias reais. Para um aluno aprender, por exemplo, química, matemática ou biologia, é necessário que ele se defronte com problemas que o “desequilibrem” naquilo que ele já sabe,

fazendo com que o seu cabedal de conhecimentos seja revisto, utilizado e ampliado. A construção do conhecimento torna-se um processo de criação e não de repetição, no qual a experimentação e a abstração reflexiva fazem com que o indivíduo transite de um nível de menor conhecimento para um nível de maior conhecimento.

Marco Antonio Moreira considera o construtivismo como uma *posição filosófica cognitivista interpretacionista*. “Cognitivista porque se ocupa da forma como o indivíduo conhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente” (Moreira, 2011, p.15). Nesse contexto, existem teorias e metodologias construtivistas que são relacionadas com a postura filosófica construtivista. No ensino, pode-se dizer que todas essas teorias e metodologias possuem a premissa de deixar de considerar o aluno como um simples receptor de conhecimento (Moreira, 2011, p.15).

Os profissionais da educação devem estar atentos ao fato de que as práticas educativas de uma escola sempre terão e sofrerão influência da organização social, econômica, política e cultural da sociedade onde ela está inserida. Toda e qualquer prática educativa que ocorre no interior de uma escola é influenciada por diversos fatores, variáveis, dimensões e decisões que incluem e têm origem no interior da própria escola e das salas de aulas, além de fatores externos, que estão fora “dos muros” do ambiente escolar propriamente dito. Ou seja, o alcance dos objetivos dos processos ou estratégias de ensino está correlacionado, dentre outros fatores, com as características dos estudantes (motivação, conhecimentos prévios, estado de saúde destes alunos etc.); com os recursos materiais oferecidos pela escola e a organização do seu espaço físico; com os conteúdos selecionados de acordo com a valorização de determinados valores e saberes, o

que também influencia a organização curricular e o plano político e pedagógico da escola; e a valorização do papel e da carreira do professor e dos outros profissionais da educação.

Com os nossos questionamentos como educadores, fomos levados a procurar alternativas que trouxessem um caminho novo para solucionar velhos problemas. Dentre eles, nos parece promissor a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), alicerçada numa pedagogia ativa, construtivista e colaborativa, onde a escola se abre para um intercâmbio mais rico com a comunidade do seu entorno, seja ela do meio urbano ou rural, com o intuito de promover trocas de saberes e fazeres para o enfrentamento de seus diversos problemas.

Um currículo organizado no formato da ABP apresenta um grande potencial para estimular a capacidade intelectual dos alunos, de aumentar-lhes a capacidade de análise e síntese, capacitando-os para elaborar hipóteses por meio do raciocínio lógico e da busca de respostas adequadas emanadas de estudos de questões reais. Como metodologia de ensino e aprendizagem, a ABP parte de desafios intelectuais e propostas de tarefas para que os estudantes se sintam estimulados a mobilizar seus conhecimentos prévios e, a partir disso, adquirir e elaborar novos conhecimentos.

A adoção pioneira da ABP no curso de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, se deu a partir de uma necessidade objetiva na reformulação curricular, na busca da superação da defasagem entre os muitos anos de formação, excessivamente teórica, e o início da prática médica dos acadêmicos. Ao trazer esta preocupação para o novo currículo, seus formuladores se preocuparam em começar já no início do curso as discussões acerca dos casos clínicos, com os quais os alunos só se deparariam ao final da graduação. Este novo

currículo inverteu a lógica hegemônica de *teoria* depois *prática* para adotar outra que estabelece a relação *prática/teoria/prática*. Na construção e desenvolvimento de um currículo na lógica *prática/teoria/prática*, são incorporados pressupostos que alteram a lógica tradicional de estruturação curricular, tais como o rompimento com a sequência linear das disciplinas no currículo; a flexibilidade em relação à duração dos tempos de aula que são requeridos na aprendizagem; o maior comprometimento dos estudantes na busca e incorporação dos novos conhecimentos; e a adoção de processos de avaliação formativa e processual da aprendizagem.

Entretanto, aparentemente, os idealizadores dessa reformulação curricular não realizaram estudos prévios para estabelecer um referencial teórico que servisse de suporte à elaboração e execução da ABP na Universidade (Penaforte, 2001). Assim, a ABP surgia a partir de uma necessidade prática e objetiva, sem um levantamento prévio de pressupostos filosóficos, psicológicos ou pedagógicos, ainda que já fossem conhecidas no cenário intelectual daquela época as ideias de pensadores que poderiam fundamentar o uso da ABP como estratégia de estruturação curricular e como estratégia de ensino.

Embora não tenhamos a pretensão de esgotar um assunto tão complexo, o objetivo desse capítulo é apresentar algumas ideias e teorias que podem ser empregadas como referenciais teóricos para o desenvolvimento e a aplicação da ABP na Educação Básica no Brasil. Para tanto, apresentamos um breve levantamento de algumas concepções e influências das teorias educacionais de John Dewey, Jerome Bruner, Paulo Freire, Jean Piaget, Lev Vygotsky, Carl Rogers e David Paul Ausubel, correlacionando-as com os fundamentos da ABP. Outros pensadores poderiam ser acrescentados neste capítulo, porém, deixamos para que os nossos leitores façam, à guisa de

exercício intelectual, as conexões dos pressupostos da ABP com os seus autores prediletos.

John Dewey (1859-1952)

O filósofo americano John Dewey desenvolveu uma vasta obra que incluiu reflexões nas áreas da política, filosofia e educação, deixando-nos um grande legado por meio de obras como *A Escola e a Sociedade* (1900); *A Criança e o Currículo* (1902); *Como Pensamos* (1910); *Democracia e Educação* (1916); *O Público e Seus Problemas* (1927) e *Experiência e Educação* (1938). Para Dewey, a educação escolar possui um papel fundamental na construção de uma sociedade democrática, devendo estar comprometida na formação de um indivíduo capaz de refletir sobre a sociedade em que ele vive e nela atuar, respeitando a sua própria liberdade como indivíduo e agindo de modo responsável como um sujeito inserido em um meio social.

As ideias de Dewey colocam em polos opostos duas concepções educacionais: a educação tradicional e a educação progressiva. Na educação tradicional, a escola atua transmitindo conhecimentos acumulados pela humanidade, dentro de uma lógica de obrigatoriedade do aluno realizar lições planejadas para decorar e assimilar conteúdos. Na lógica da premiação ou do castigo pela realização dessas tarefas, o aluno não desenvolve motivação intrínseca e responsabilidade voluntária para aprender. Seu comportamento e disciplina de estudos são geralmente impostos pelo professor e, além disso, há a desvalorização da construção do saber e da ciência.

Por outro lado, a educação progressiva tem na escola um espaço onde as relações do homem com o seu meio são questionadas, buscando

um nível de conscientização acerca dessa realidade que permita aos educandos atuarem ativamente na promoção de transformações sociais. A problematização e a análise crítica da realidade são atividades primordiais no processo de ensino e aprendizagem. Na educação progressiva não há ênfase na memorização de conteúdos; professores e alunos atuam de forma dialógica na construção do conhecimento; é valorizada a formação de grupos de estudos para a geração, reflexão e crítica do conhecimento construído.

O movimento ocorrido no Brasil na década de 30 conhecido como “escolanovismo” teve uma forte influência das ideias educacionais de John Dewey. Esse movimento teve o educador brasileiro Anísio Teixeira (1900-1971), aluno e seguidor de Dewey, como um dos seus principais representantes. A “Escola Nova” buscava a universalização do ensino por meio de uma escola pública, universal, laica e gratuita. Desse modo, pretendia-se promover a diminuição das desigualdades sociais da nação brasileira. Objetivo este que não chegou a ser alcançado até os nossos dias.

A reconstrução ou reorganização da experiência como processo educativo

John Dewey é categórico ao definir tecnicamente a educação como um processo de reorganização, reconstrução e transformação das experiências, na medida em que esse processo é capaz de esclarecer e acrescentar o significado das experiências vividas e aumentar a capacidade do indivíduo para dirigir e lidar com experiências futuras.

John Dewey aponta, no livro *Democracia e Educação* (Dewey, 1979), que a capacidade de crescimento do ser humano depende, por um lado, da sua capacidade de desenvolver relações sociais e, por outro, da habilidade ou aptidão que ele possui em aprender com as experiências vividas.

Dewey defendeu uma educação que assegure a plena utilização da inteligência do indivíduo em um ambiente que favoreça a construção do conhecimento e o desenvolvimento de atitudes mentais. O ambiente educacional também deve favorecer e fornecer as condições para aumentar a disposição emocional do aprendiz para aprender, e ter uma organização que promova e facilite a eficiência de procedimentos reflexivos. Estas condições também são contempladas na organização estrutural de ensino da ABP. Para Dewey, a aprendizagem ocorre quando o aluno, através da sua atividade mental, constrói significados e dá sentido aos conteúdos de aprendizagem, revisando, criando e recriando articulações e conexões entre os seus conhecimentos e as suas experiências prévias.

Dewey fazia uma crítica, ainda atual em nossos dias, ao afirmar que as atividades educativas devem possibilitar ao indivíduo o emprego da sua capacidade de pensar, de criar interações com informações prévias ou atividades já desenvolvidas, de reconstruir e dar novos significados às suas experiências. Porém, para o filósofo americano, grande parte dos trabalhos educativos desenvolvidos nas escolas não consegue fazer com que os alunos possam relacionar os resultados das suas atividades, ou seja, das respostas às questões dos professores, e os métodos que eles seguiram para produzir tais resultados (Dewey, 1979).

Uma das missões fundamentais da escola, senão a principal, é a de desenvolver nos alunos a capacidade de pensar. John Dewey

categoriza o ato de pensar como “*o método da experiência inteligente em curso*”. Nesse sentido, Dewey faz outra crítica, também atual, ao apontar a fragmentação da instrução escolar, onde os métodos de ensino adotados não centram suas ações para o estímulo da reflexão e do pensamento, não buscando a interdisciplinaridade a partir de trabalhos ativos que reproduzam situações e questões de interesse social (Dewey, 1979).

A experiência é o início do ato de pensar. Portanto, é crucial a existência de materiais e ocupações escolares que tratem de problemas reais, situações ou cenários que estejam ligados à vida dos alunos – como agentes que necessitam de conhecimentos que possam ser aplicados dentro e fora dos muros da escola. A segunda etapa do pensamento reflexivo provém da necessidade da aquisição de dados, da utilização de conhecimentos já adquiridos e de experiências já vividas para que se possa ter a percepção e fazer uma análise das dificuldades a serem enfrentadas pela situação real de experiência ou problema apresentado. Contudo, isso só é possível quando as dificuldades apresentadas por um problema são capazes de produzir perplexidade e estímulo ao pensamento reflexivo e, de modo concomitante, permitam ao indivíduo lançar mão de estratégias e informações para elaboração de hipóteses. E ainda desenvolver sugestões, atividades e estratégias de ação para serem aplicadas com o intuito de validar ou não essas hipóteses.

Ao longo de suas reflexões sobre “O ato de pensar e a educação”, o autor de *Democracia e Educação* aponta para a questão do excesso de “conhecimentos” que são dados aos alunos nas escolas. Por um lado, há a grande quantidade de informações “já prontas”, fornecidas pelos professores, livros e apostilas que devem ser armazenadas e reproduzidas pelos alunos: “Esse frio e estático ideal de armazenamento de conhecimentos é hostil ao

desenvolvimento educativo. Não somente deixam inaproveitadas as ocasiões de refletir como também embaraça o raciocínio” (op. cit., p. 173).

O ato de pensar torna-se original e criativo quando há crescimento da experiência produzida pela ação intelectual. O processo é o mesmo quando uma criança de três anos descobre o que pode realizar com blocos ou como ocorreu com Isaac Newton quando idealizou a teoria da gravidade. A inovação Newtoniana residiu em se associar coisas comuns (o sol, a lua, os planetas, distância, massa, etc.) a um contexto não familiar. “A inferência é sempre uma invasão ao desconhecido, um salto daquilo que é conhecido para o desconhecido” (op. cit., p. 174).

A obra de Dewey caracteriza o ato reflexivo como método de uma experiência educativa ao concluir que:

“Os pontos essenciais do método coincidem, portanto, com os pontos essenciais da reflexão. Estes são: **primeiro**, que o aluno esteja em uma verdadeira situação de experiência — que haja uma atividade contínua a interessá-lo por si mesma — **segundo**, que um verdadeiro problema se desenvolva nessa situação como um estímulo para o ato de pensar; **terceiro**, que ele possua os conhecimentos informativos necessários para agir nessa situação e faça as observações necessárias para o mesmo fim; **quarto** que lhe ocorram sugestões para a solução e que fique a cargo dele desenvolvê-las de modo bem ordenado; **quinto**, que tenha oportunidades para pôr em prova suas ideias, aplicando-as, tornando-lhes clara a significação e descobrindo por si próprio o valor delas” (op. cit. p. 180).

Consideramos que os ciclos de aprendizagem da ABP estão bem representados nessa citação acima de Dewey. A ABP vai ao

encontro dos pressupostos centrais da filosofia educacional de John Dewey. Para finalizar, o pensador norte-americano apontava para dois problemas graves encontrados nas escolas americanas da sua época: (a) a falta ou pouco enriquecimento da experiência cotidiana dos estudantes; e (b) o pouco desenvolvimento da capacidade intelectual dos alunos. Estes problemas, atualmente, também estão presentes no contexto educacional brasileiro, e acreditamos que a ABP apresenta potencial para mitigá-los.

Jerome Seymour Bruner (1915-2016)

A Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América reuniu no ano de 1959, em Woods Hole, no Cabo Cod, cientistas, psicólogos, educadores e outros especialistas numa conferência para discutir uma reforma educacional com o objetivo de aperfeiçoar currículos e o ensino de ciências na educação básica daquele país.

Dentre as muitas questões trazidas pela conferência, estava outra maneira pela qual a escola deveria lidar com os alunos. Inclusive inspirados pela obra de Jean Piaget, segundo a qual as crianças possuem uma forma própria de explicar o mundo, os conferencistas propunham que os estudantes não poderiam continuar sendo encarados como meros assimiladores de informações ou como “adultos em miniatura”.

O livro *O Processo da Educação*, escrito pelo psicólogo americano Jerome Seymour Bruner, foi um dos frutos dessa conferência e nele encontramos os principais temas que emergiram do encontro, destacando-se o fato de que os estudantes deveriam aprender a

estrutura das matérias, em vez de estar aprendendo um simples conjunto de fatos e procedimentos. Captar a estrutura de uma matéria é, em resumo, aprender como uma área do conhecimento se organiza e se articula com outras áreas. Deste modo, os estudantes se tornam capazes de evoluir constantemente na capacidade de abordar questões novas e de maior complexidade, pois, para Bruner, o domínio das ideias fundamentais de um determinado campo não significa apenas captar princípios gerais, mas também desenvolver uma atitude em relação à aprendizagem e à investigação na solução de problemas (Bruner, 1976).

Para este autor o desenvolvimento de um currículo escolar não pode prescindir de três ideias: o “desenvolvimento intelectual” da criança, o “ato da aprendizagem” e a noção de “currículo em espiral”. Uma das afirmações mais emblemáticas do psicólogo americano é a de que “qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência, de uma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento” (Bruner, 1976 p.31).

O desenvolvimento intelectual da criança não é uma sequência linear de acontecimentos, e as influências do ambiente escolar afetam esse processo. Desse modo, o professor deve interferir de forma positiva no desenvolvimento da criança ao estimulá-la a partir da proposição de problemas que a desafiem e que sejam factíveis de resolução. Nesse sentido, as perguntas devem ser construídas para que não sejam muito fáceis nem extremamente difíceis. “Através de ‘perguntas intermediárias’, bem elaboradas, pode-se levar a criança a atravessar mais rapidamente os estágios de desenvolvimento intelectual, em direção aos princípios matemáticos, físicos e históricos” (op. cit., p. 38).

No “ato de aprender”, a aprendizagem de um assunto se dá pelos

processos de *aquisição* de uma nova informação, de *transformação* dessa informação e de *avaliação crítica* da forma como foi manipulada essa informação adquirida. Portanto, o indivíduo *adquire* informações, que podem contrariar ou substituir o que a pessoa já sabe; as informações são *transformadas* ou manipuladas para a realização de determinada tarefa; e, finalizando o processo de aprendizagem, realiza-se uma *avaliação* para verificar se as informações foram manipuladas adequadamente pelos alunos. Entendemos que os ciclos de aprendizagem da ABP contemplam as etapas do “ato de aprender” indicados por Bruner.

Bruner valoriza o estímulo pelo interesse, a curiosidade e o poder da aprendizagem pela descoberta por parte dos alunos. Uma das formas mais eficientes de conduzir o aprendizado de um assunto ou matéria considerada difícil é por meio do desafio ao aluno, fazendo com o que ele se sinta absorvido por um problema e, a partir disto, empregue todo o seu potencial cognitivo, seus pensamentos intuitivos e analíticos e sua motivação para resolvê-lo, substituindo o papel das retribuições e dos castigos na aprendizagem pelas recompensas intrínsecas, pelo prazer do “aprender a aprender”. A teoria de aprendizagem desenvolvida por Bruner inclui o autorreforço, onde a aprendizagem é reforço para si mesma, “*o prazer de aprender faz querer aprender ainda mais*”. Conforme mencionado no Capítulo 1, este trecho em destaque está relacionado com a importância de envolver os estudantes em uma situação como uma das “partes interessadas” na sua resolução.

O “currículo em espiral” representa a ideia de que o aluno pode ter a possibilidade de ver o mesmo assunto mais de uma vez. Para isso, os conteúdos, técnicas, informações são apresentados em diferentes níveis de complexidade, respeitando o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. Assim, o currículo deve estar organizado

de modo que periodicamente os mesmos conteúdos sejam visitados ou estudados, cada vez com maior profundidade e com níveis mais elaborados de apresentação e de integração com outros campos do conhecimento. Ressaltamos novamente que na ABP o currículo é organizado a partir dos problemas que são cuidadosamente elaborados de forma que conceitos sejam apreendidos e novamente explorados no decorrer do curso. Tópicos de um determinado assunto podem ser apresentados aos alunos no início da sua formação escolar, sendo revistos com mais profundidade e complexidade em outros momentos da vida acadêmica.

Características de uma teoria de aprendizagem

No livro intitulado *Uma nova teoria de aprendizagem*, Bruner estabelece que uma teoria de aprendizagem precisa estar direcionada para a melhoria do ensino (Bruner, 1975). Deste modo, uma teoria de aprendizagem deve apresentar quatro características fundamentais: a) desenvolver no indivíduo a *predisposição* para a aprendizagem; b) especificar como deve ser *estruturado* um conjunto de conhecimentos que possam ser apreendidos pelo estudante; c) explicitar a sequência mais eficiente de apresentação das matérias ou informações a serem estudadas e; d) ocupar-se na investigação da natureza e na aplicação de como os prêmios e punições são capazes de interferir no processo de ensino e aprendizagem (Bruner, 1975).

Importante mencionar que Bruner não excluía a importância dos fatores culturais, motivacionais e pessoais na predisposição para desejar aprender e tentar solucionar problemas. Entretanto, ele concentrou seus esforços para discutir a predisposição dos alunos em explorar alternativas na resolução de problemas. “Vez que o

estudo e a resolução de problemas baseiam-se na exploração de alternativas, a instrução deverá facilitar e ordenar tal processo por parte do estudante” (op. cit. pág.50). Segundo Bruner, a exploração de alternativas na resolução de um problema exige três processos relacionados entre si: *ativação, manutenção e direção*. Em outras palavras, “a exploração de alternativas necessita de algo que a faça ter início, algo que a mantenha em ação e alguma coisa para evitar que se perca ao azar” (op. cit. pág.51). Na ABP, metaforicamente, o professor tem um papel fundamental na construção de um “andaime” para propiciar as condições adequadas de aprendizagem por parte dos alunos.

A condição fundamental para *ativar* a exploração de alternativas ocorre quando há um “nível ótimo” de incerteza, onde o aluno possa ser desafiado, ficar curioso sem se perder, sem ficar confuso e angustiado. A *manutenção* do processo investigativo ocorre quando os benefícios das alternativas exploradas excedem os riscos envolvidos, as conseqüências das escolhas ou o desenvolvimento de alternativas erradas, as quais devem ser mitigadas pela ação do professor orientador. Por último, a *direção* do processo de exploração de um problema ou cenário se dá quando o aluno vislumbra as metas ou as tarefas e o conhecimento da importância de verificar as alternativas para atingir essas metas (op. cit., pág.51).

Para Bruner, a ordem na qual um estudante recebe um conjunto de conhecimentos tem um papel relevante na facilitação ou na criação de obstáculos para um aprendizado efetivo. A sequência consiste na “instrução em conduzir o estudante ao longo de uma sequência de proposições e confirmações, de um problema ou conjunto de conhecimentos que aumentem a sua aptidão para compreender, transformar e transferir o assunto em estudo” (op. cit. pág. 55).

A influência exercida pela leitura dos textos do psicólogo soviético Lev Vygotsky, fez com que ele revisse algumas de suas ideias. Em seu livro *A Cultura da Educação* (Bruner, 1996), ele evidencia que os alunos não estão naturalmente motivados para aprender e que fatores sociais e econômicos interferem na capacidade de aprendizado dos mesmos. Assim, a educação não é um artifício engenhoso de processamento técnico de informações ou simplesmente a aplicação de “teorias do aprendizado”. O caráter político que a educação possui fez com que Bruner mudasse o foco, no sentido de que as disciplinas ou conhecimentos fossem abordados em um contexto que considerassem problemas e cenários relacionados com as dificuldades que a nossa sociedade enfrenta (Moreira, 2011).

Jerome Bruner era um dos pensadores de vanguarda da educação daquela época e aos 100 anos ainda trabalhava como professor e pesquisador na Universidade de Nova York. O conjunto da sua obra aponta para uma teoria de aquisição de conhecimentos por meio de um processo ativo, que valoriza os fatores culturais, ambientais e as experiências por parte dos estudantes. Considerar esses aspectos reforça a aplicação da ABP na Educação Básica.

Paulo Freire (1921-1997)

Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia do Oprimido*, caracteriza as relações entre educadores e educandos nas escolas como essencialmente narradoras. “A tônica da educação é preponderantemente esta — narrar, sempre narrar” (Freire, 2005 p. 65). A “educação bancária”, caracterizada por Freire, é constituída pela simples narração ou dissertação de conteúdos do professor para o aluno, em um processo que ignora a dinâmica e a complexidade

da realidade concreta que construímos e da qual fazemos parte. Na educação bancária, a realidade é considerada como algo estático e fragmentado, desvinculada do cotidiano do aprendiz, que passa a ser um receptor passivo de informações do agente ativo do processo educacional, o “educador”.

Nessa “educação bancária”, portanto, busca-se a “transmissão de conteúdos”, que geralmente estão descontextualizados da realidade na qual eles se constroem, e o aluno memoriza essas informações, durante um intervalo curto de tempo, para fazer um teste ou prova, os instrumentos usualmente aplicados nos processos de avaliação de aprendizagem. Na “cultura do silêncio” e na “educação bancária”: a) *o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem*; b) *o educador é o que pensa; os educandos, os pensados*; c) *o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente*; d) *o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele*; e) *o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos* (Freire, 2005).

É dentro de um contexto educacional onde o ensino é focado exclusivamente no professor e na execução de provas e testes que surge o medo por parte do aluno. O medo do fracasso por não conseguir notas ou conceitos mínimos que lhe garantam a aprovação para passar à série seguinte, medo de se tornar menos competitivo para ingressar no mercado de trabalho ou de não ser capaz de passar no vestibular para ingressar na Universidade. Nesse contexto, ir à escola, o próprio ambiente escolar e a necessidade de aprender conteúdos ligados à matemática, química, física, biologia, história, ou de qualquer outra área do saber, são etapas e eventos classificados como sofríveis e desinteressantes por parte dos alunos.

As aulas se transformam em um transtorno para os alunos e, evidentemente, também para os professores, visto que estes precisam vencer o obstáculo de se defrontarem com turmas compostas em grande parte por indivíduos desinteressados, impacientes e receosos. A educação bancária não abre espaço para o desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem que criem as condições mínimas necessárias para que o aluno tenha a motivação intrínseca para aprender, não há prazer em adquirir conhecimentos nem amor pelo saber.

Nossos alunos precisam se preparar para uma vida dinâmica e mutável, onde o importante é aprender a pensar, aprender a aprender de forma crítica e construtiva. Por outro lado, é preciso formar homens e mulheres cooperativos, honestos, que respeitem a si, ao próximo e ao meio ambiente. Isso é um desafio gigantesco, pois hoje não há mais espaço para a construção e execução de um processo educacional que considere nossas crianças e jovens como “folhas em branco” a serem preenchidos pelo conhecimento do professor, que os “educa em migalhas”.

Apesar da Pedagogia do Oprimido ter completado 40 anos, ainda vivemos a realidade de um sistema educacional onde os “educandos” estão por um lado desmotivados e desinteressados e, por outro, se sentem acuados pela violência e pelo medo de não serem bem-sucedidos na vida, influenciados por uma mídia que fortalece a ideia – e a importância – de que é preciso ser extremamente competitivo no mercado de trabalho.

Os estudantes, em geral, se deparam com uma educação escolar alicerçada numa prática de mera deposição e transferência de valores e conhecimentos do “professor para o aluno” e que fragmenta a realidade. A educação escolar dominante estimula a uniformidade,

desvaloriza e extingue o poder criativo dos alunos, e não é eficaz em desenvolver o senso crítico e o espírito inquiridor dos mesmos. Para Paulo Freire, uma educação problematizadora deve substituir a educação bancária, tão arraigada em nosso sistema educacional, habilitando os alunos a terem uma inserção crítica na realidade, a partir do estímulo à criatividade, da reflexão e da ação deles sobre o mundo.

Paulo Freire propunha, portanto, uma prática educativa que conduzisse os alunos no sentido da autonomia e de uma formação docente numa perspectiva progressista. Pois, “ensinar não é transferir conhecimento, mas gerar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (Freire, 1996, p.47). Para tanto, para não ser um “transmissor de conhecimentos”, o professor deve estar em sala de aula sempre atento aos questionamentos e à curiosidade dos alunos, desenvolvendo um processo educacional por meio de um método ativo e dialógico. Nesse sentido, a ABP amplia a possibilidade de contato e discussão entre os atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem, ou seja, alunos e professores.

Indo também ao encontro das ideias de Paulo Freire, o emprego da ABP como processo de ensino-aprendizagem implica uma nova estruturação organizacional e de práticas no ambiente escolar, onde são geradas condições para que os alunos se transformem em agentes ativos no processo educativo. Condições para que possam atuar coletivamente, aprender, criar e recriar conceitos, construir e reconstruir suas percepções do mundo, solucionando problemas e tornando-se mais capazes de atuar na melhoria da qualidade de vida social.

Jean Piaget (1896-1980)

Jean Piaget está mais vinculado à psicologia do desenvolvimento do que aos processos educacionais propriamente ditos (Davis, 2005). Porém, suas contribuições para o ensino não podem ser ignoradas quando falamos da ABP. Piaget postulou uma teoria de desenvolvimento cognitivo cujos pressupostos podem ser aplicados nos processos de ensino e aprendizagem. Sua teoria, denominada de *Epistemologia Genética* (2002), defende a ideia de que a construção do conhecimento é um processo contínuo que depende da interação entre o sujeito e objeto – da ação do homem em interação com o mundo –, superando a visão de que o conhecimento é formado exclusivamente pelas estruturas internas do sujeito (inatismo ou apriorismo) ou nas características existentes no objeto (empirismo tradicional). Piaget negou a ideia de que os conhecimentos se originam exclusivamente de um sujeito consciente de si mesmo ou de objetos já constituídos que se impõem ao sujeito.

Segundo Piaget, há dois períodos sucessivos no desenvolvimento cognitivo do indivíduo: o das ações *sensoriomotoras*, que são anteriores à linguagem ou a toda conceituação representativa, e o das ações que se completam com essas propriedades, que se reflete na tomada de consciência dos resultados, das intenções e dos mecanismos das ações (Piaget, 2002).

No contexto da epistemologia genética, o foco do problema é, com efeito, o desenvolvimento dos conhecimentos, ou seja, “o da passagem de um conhecimento considerado pior ou mais pobre para um saber mais rico (em compreensão e extensão)”. Nesse sentido, uma das questões primordiais para a elaboração do conhecimento é a construção de estratégias ou mediadores que permitam essa passagem ou elaboração de um conhecimento “mais pobre” para

um conhecimento “mais rico”, partindo da zona de contato entre o indivíduo e as coisas.

De acordo com a proposta piagetiana, nessa elaboração do conhecimento, a organização cognitiva do indivíduo se dá pela *adaptação*, ou seja, a capacidade que o indivíduo tem de ajustar-se ao ambiente e interagir com ele. A *adaptação* é a fase resultante de dois processos descritos como *assimilação* e *acomodação*. A *assimilação* designa o processo de incorporação do mundo, da realidade, por meio da construção de esquemas mentais pelo indivíduo. A *acomodação* se refere a modificações dos sistemas de assimilação por influência do mundo externo. Se o meio não apresenta problemas, dificuldades, a atividade da mente é apenas de *assimilação*, porém, diante deles, ela se *acomoda* e se desenvolve (Moreira, 2011). Aqui, vale destacar a importância da resolução de problemas no processo de aprendizagem em metodologias como a ABP.

É esse mecanismo de modificação (*acomodação*) das estruturas mentais construídas no processo de *assimilação* que caracteriza no modelo de aprendizagem de Piaget a *adaptação* do sujeito cognoscente. Nessa dinâmica, a acomodação gera novos processos mentais de assimilação a serem acomodados. A *adaptação* é, portanto, o equilíbrio entre *assimilação* e *acomodação*. Assim, o modelo piagetiano pressupõe a contínua construção de estruturas de assimilação. Sempre que a experiência é acomodada, novas estruturas de assimilação são produzidas para interpretar a realidade em busca do equilíbrio que caracteriza a *adaptação*. Em outras palavras, uma situação de equilíbrio sempre vem de um estado de desequilíbrio que a precede. Esse processo dinâmico, chamado de *equilíbrio majorante* é, em última análise, o responsável pela construção do conhecimento.

Lev Vygotsky (1896-1934)

A exemplo de Piaget, a produção de Lev Vygotsky também está ligada à psicologia do desenvolvimento. Vygotsky considerava o processo histórico-social e a linguagem como fundamentais no desenvolvimento do indivíduo (Vygotsky, 2005 e 2007). Os conteúdos de aprendizagem são frutos de atividades sociais e culturais e o desenvolvimento humano se dá num ambiente onde o indivíduo interage com outros indivíduos. Tal abordagem é denominada *sociointeracionista*.

Segundo o modelo sociointeracionista de Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo ocorre quando existe conversão de relações sociais em constructos mentais. Essa conversão é mediada por *instrumentos* e *signos*. Identificamos três tipos de *signos*: *indicadores*, têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (fumaça significa fogo, pois é causada pelo fogo); *icônicos*, representados como imagens ou desenhos daquilo que significam; *simbólicos*, que têm uma relação abstrata com o que significam, como as palavras, por exemplo. Porém, tanto os *instrumentos* utilizados pela espécie humana como o significado dos *signos* são construídos socialmente. Assim, aquisição de significados e interação social em Vygotsky são inseparáveis, pois a apropriação de instrumentos e signos ocorre pela interação social e a linguagem, que, enquanto sistema de signos, assume papel importante na inserção social do indivíduo (Moreira, 1997).

Uma importante contribuição desse modelo para o entendimento do processo de aprendizagem é o conceito de *zona de desenvolvimento proximal (ZDP)*. A ZDP é um dos conceitos mais conhecidos e mencionados da teoria de Vygotsky: “A zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real,

que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (Vygotsky, 2007 p.97). A citação de Vygotsky coloca a *ZDP* como uma “área de trabalho” da ABP enquanto estratégia de ensino e aprendizagem. A *ZDP* é a região onde faz sentido planejar o ensino na promoção da aprendizagem. Ademais, o leitor já deve ter percebido a estreita relação entre a importância da interação social no modelo de Vygotsky e os grupos colaborativos dos ciclos tutoriais da ABP.

O ensino deve auxiliar a criança, jovem ou adulto a atingir um nível de compreensão e de habilidades que ainda não dominam completamente, propiciando a ampliação da sua capacidade cognitiva. Aqui usamos a metáfora *andaime de aprendizagem* como sendo a ajuda necessária, transitória e dada de forma regulada pelo professor no ambiente escolar para a construção do conhecimento por parte dos alunos. Para Onrubia (2006) essa condição do ensino como uma ajuda que deve ser “ajustada” apresenta duas características básicas, que são contempladas pela ABP, a saber:

1) Devem-se levar em consideração os esquemas de conhecimento dos alunos relacionados ao conteúdo de aprendizagem e tomar como ponto de partida os significados e sentidos que os estudantes possuem em relação a esse conteúdo.

2) Torna-se importante a existência de desafios que levem os alunos a questionar esses significados e sentidos. Isso representa que o ensino deve ser “exigente” com os alunos ao colocá-los diante de situações que os obriguem a envolver-se em um esforço de aquisição de novos conhecimentos e de ação ativa no seu próprio processo educacional. Porém, essa exigência deve ser acompanhada

dos apoios e suportes necessários, dos instrumentos intelectuais e emocionais que possibilitem aos aprendizes a superação dessas exigências e desafios.

Carl Ransom Rogers (1902-1987)

Carl Rogers, doutor em Psicologia Educacional pela Universidade de Columbia (Nova York), publicou diversos artigos e livros, dentre os quais *Liberdade Para Aprender* (Rogers, 1975), obra que o tornou conhecido no Brasil, na década de 70.

Rogers, de certa maneira como John Dewey e Paulo Freire, colocou em contraponto duas modalidades de ensino: uma forma tradicional e uma forma centrada na pessoa. Rogers estendeu para a sua teoria educacional a sua experiência como psicoterapeuta, na qual atuava com uma “terapia centrada no cliente”, pois cabia mais ao paciente a responsabilidade pela condução e pelo sucesso do tratamento do que ao terapeuta.

Diferentemente do que ocorre na ABP, no ensino tradicional, em geral, os aprendizes não participam da escolha de suas metas, do seu currículo, do seu modo de trabalho, não assumem responsabilidades de tomarem decisões e, ademais, o ensino convencional mantém os jovens afastados do contato com os problemas reais da sociedade. Para Rogers, no Ensino Fundamental “a curiosidade esfuziante da criança normal e o seu excesso de energia física são controlados e, se possível, abafados”. Enquanto que no Ensino Médio “o interesse principal de todos os alunos recebe desatenção quase total e, evidentemente, não é considerado como área importante da aprendizagem” (Rogers, 1977, p.134).

Em um dos seus artigos, Rogers descreve as características principais do ensino *convencional*:

1) *O professor é possuidor do conhecimento, o aluno suposto recipiente;* 2) *A aula, ou algum meio de instrução verbal, é a forma principal de colocar conhecimento no recipiente. O exame avalia até onde o estudante recebeu;* 3) *O professor é o possuidor do poder, o estudante aquele que obedece;* 4) *Reger pela autoridade é a prática adotada na sala de aula;* 5) *O grau de confiança é mínimo. Mais evidente é a desconfiança do professor em relação ao estudante;* 6) *Os estudantes são mais bem governados se mantidos num estado intermitente ou constante de medo;* 7) *A democracia e seus valores são tratados na prática com descaso e escárnio.* 8) *No sistema educacional, há lugar apenas para o intelecto, não para a pessoa como um todo* (Rogers, 1977 p.134).

Nessas circunstâncias é que Carl Rogers pergunta se a educação convencional ou tradicional é capaz de preparar indivíduos para viverem em um mundo em constante transformação e, indo além, questiona se o sistema educacional com seu conservadorismo, rigidez e burocracia é capaz de agir de forma efetiva diante dos problemas da vida moderna.

Rogers confere uma abordagem humanística à Educação, onde o aprendiz deve ter uma formação educacional voltada para que ele encontre harmonia consigo mesmo, com o meio social e que seja um indivíduo autônomo pelo desenvolvimento da sua capacidade de se atualizar constantemente. Nesta perspectiva, Rogers defende a construção de processos de ensino que facilitem uma aprendizagem significativa ou experiencial, por intermédio de um ensino “centrado no aluno” e no potencial que ele possui para aprender. A aprendizagem experiencial apresenta as seguintes características:

a) possui a qualidade de tornar a pessoa como parte interessada no processo; b) provoca modificação de comportamento e atitudes; c) é avaliada pelo educando, que é capaz de saber “se está indo ao encontro das suas necessidades, em direção ao que quer saber” (Rogers, 1975 p.5). Tais características também fazem parte dos pressupostos da ABP como estratégia de ensino e aprendizagem.

Carl Rogers defendia uma aprendizagem pela *pessoa inteira* onde se possa reunir a aprendizagem cognitiva com a aprendizagem afetiva, ou seja, uma aprendizagem capaz de integrar ideias e sentimentos (Rogers, 1977 p.143). Ele se preocupava com a educação que se limita apenas do “pescoço para cima” e propôs princípios para facilitar a aprendizagem (Rogers, 1975 p.159-168). Destacamos, a seguir, alguns desses princípios:

1) Seres humanos são curiosos e apresentam potencial para aprender, descobrir e ampliar conhecimentos e experiências a respeito do mundo em que vivem.

2) A aprendizagem torna-se mais rápida e significativa quando o aluno percebe que os conteúdos de ensino estão relacionados com objetivos que ele busca alcançar.

3) O professor tem um papel fundamental no aumento da segurança do aluno no processo ensino-aprendizagem, apoiando-o e reduzindo as ameaças, o medo da reprovação e de ridicularização diante dos colegas.

4) A aprendizagem é mais eficiente quando o aluno entra em confronto com problemas práticos – de natureza social, ética e filosófica ou pessoal – e com problemas de pesquisa.

5) A aprendizagem é facilitada quando o aluno participa escolhendo suas direções, descobrindo recursos de aprendizagem,

formulando problemas e hipóteses, tornando-se responsável por essas escolhas.

6) A aprendizagem é mais duradoura e abrangente quando envolve aspectos cognitivos e afetivos do aprendiz.

7) A independência, a criatividade e a autoconfiança são facilitadas quando a autocritica e a autoavaliação são básicas e a avaliação feita por outros tem importância secundária.

8) A aprendizagem mais útil no mundo moderno é a do próprio processo de aprendizagem, uma contínua abertura à experiência e à incorporação de novos conhecimentos.

Na perspectiva de Carl Rogers, o ensino centrado exclusivamente no professor e na transmissão de conteúdos, que é tão comum em nossas escolas, deve ser substituído. Embora não se desmereça a erudição e habilidades de “transmissão de conteúdos” do professor, tais características perdem relevância. A ação fundamental do professor, portanto, é facilitar a aprendizagem dos estudantes e, para isso, o docente deve ser autêntico, ter confiança e estima pelos alunos e ter a competência de compreender o estudante colocando-se no lugar dele – é o que Roger define como “compreensão empática”.

Uma crítica, equivocada e simplista, que se faz à influência de Carl Rogers na educação é a de que suas ideias e concepções significam conferir total liberdade aos alunos, levando-os a “fazerem o que bem entenderem”. Moreira (2011, p.146) aponta que o ensino usual é o oposto de uma abordagem rogeriana, pois é centrado no professor, autoritário e ameaçador. Rogers, por outro lado, afirma que a criatividade desabrocha numa atmosfera de liberdade de construção de aprendizagem.

Para Moreira, discutir “em ser ou não rogeriano” pode ser menos importante do que discutir até onde é possível usar princípios e técnicas que Rogers propôs para nossas escolas sem que ocorra desconforto para os estudantes e professores nesta mudança de foco do ensino, centrado quase que exclusivamente nos professores, para um ensino mais centrado nos aprendizes. A ABP, devido a suas características peculiares, permite que isso seja alcançado.

David Paul Ausubel (1918-2008)

O psicólogo americano David Paul Ausubel desenvolveu uma teoria de aprendizagem dentro de uma perspectiva cognitiva que resulta no armazenamento organizado de informações na estrutura cognitiva do indivíduo (Ausubel, 1963, 1968, 1980). Nesse contexto, entendemos como estrutura cognitiva o complexo conjunto de processos que permite a um indivíduo adquirir e utilizar conhecimentos. Para Ausubel, é fundamental a valorização daquilo que o aluno já sabe e conhece, sendo este um fator importante de influência da aprendizagem. Assim, as atividades de ensino precisam ser desenvolvidas a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes (Ausubel, 1980). Nesse sentido, a ABP apresenta como uma das suas etapas fundamentais a ativação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Exemplificando, no ensino da Biologia, se o aluno já possuir em sua estrutura cognitiva os conceitos de célula e de tecidos, eles servirão de base para ampliar seus conhecimentos sobre estruturas orgânicas mais complexas. Ou, ao contrário, se sua compreensão inicial é sobre órgãos, serão nestes conhecimentos que ele irá ancorar os novos conceitos sobre tecidos e células.

A *aprendizagem significativa* se dá quando a estrutura cognitiva se relaciona com o conteúdo a ser aprendido de maneira *não arbitrária* e *substantiva*. Uma relação *não arbitrária* ocorre quando o conteúdo a ser aprendido interage com estruturas preexistentes que são relevantes e inclusivas para o novo conceito. O que caracteriza a relação *substantiva* é a incorporação da *substância* do que está sendo aprendido e o novo conceito pode ser expresso de diferentes maneiras, não apenas com os mesmos signos (Moreira, 1997). Desse modo, o aprendiz é capaz de *ancorar* uma informação nova a conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva. Por outro lado, quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre uma aprendizagem mecânica, sem significação, apenas de memorização e com grande possibilidade de ser esquecido após os processos tradicionais de avaliação. Em outras palavras:

“O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (saber) que envolve a interação entre ideias logicamente (culturalmente) significativas, ideias anteriores (‘ancoradas’) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o ‘mecanismo’ mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos” (Ausubel, 2003).

Importante também ressaltar que há uma diferença entre a aprendizagem significativa de Rogers e a de Ausubel. Este focaliza mais os aspectos cognitivos da aprendizagem, enquanto Rogers enfatiza a aprendizagem que gera uma mudança de comportamento do indivíduo na orientação das suas ações futuras ou nas suas atitudes e na sua personalidade (Moreira, 2011).

Dois processos, denominados diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, são cruciais para a aprendizagem significativa na perspectiva de Ausubel. A diferenciação progressiva ocorre na medida em que as ideias, conceitos e proposições mais gerais das disciplinas são disponibilizados na instrução aos aprendizes e, progressivamente, ocorre uma diferenciação das mesmas com a introdução de detalhes. A reconciliação integrativa ocorre com a construção de relações entre ideias e conceitos, apontando semelhanças e diferenças relevantes e avaliando inconsistências lógicas entre conteúdos. Segundo Solé e Coll (2006), aprender significativamente na concepção construtivista é ir além da acumulação de conhecimentos, partindo para a integração, modificação, construção de relações e coordenação entre esquemas de conhecimentos já adquiridos, dotados de certa estrutura e organização que varia, em vínculos e relações, a cada aprendizagem realizada. Portanto, considera-se que um aprendizado efetivo ocorre quando o educando é capaz de construir significados adequados, de forma ativa e global, sobre os conteúdos que fazem parte do currículo escolar. Troca-se o paradigma do aprendizado mecânico (memorização e repetição) por uma aprendizagem pela descoberta pelo “insight” e compreensão de fatos e princípios por si mesmos.

A figura a seguir, extraída e adaptada do livro *Psicologia do Ensino* de César Coll Salvador e colaboradores (Coll et al., 2000), sintetiza as dimensões da aprendizagem segundo a concepção de Ausubel.

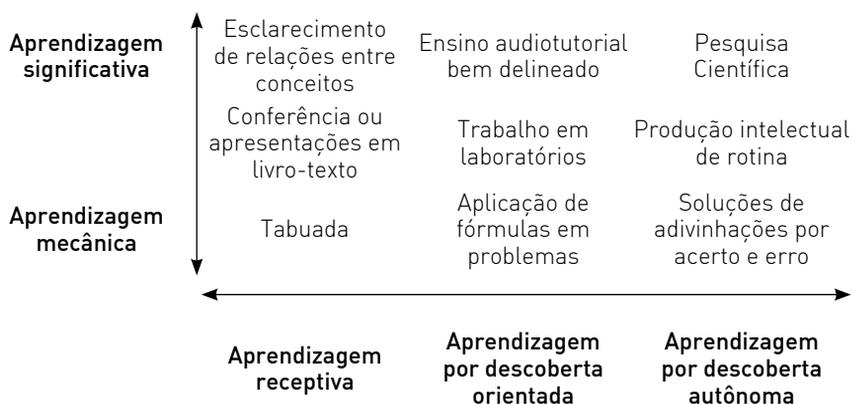


Figura 1: As dimensões de aprendizagem segundo Ausubel (Coll, 2000 p. 232).

A figura representa duas dimensões que possibilitam a construção de diferentes classes de aprendizagem. A primeira dimensão está relacionada com os métodos, com a maneira como os alunos recebem os conteúdos que devem aprender. Na *aprendizagem receptiva* as informações são transmitidas ao aluno de forma “acabada”. Por outro lado, na *aprendizagem por descoberta* as informações são recebidas pelos alunos de forma “incompleta”, as informações necessitam de complementação ou redefinição, elas devem ser “descobertas” (Coll et al. 2000).

A segunda dimensão nos remete aos processos que intervêm na aprendizagem, tornando-a uma *aprendizagem mecânica ou repetitiva* ou uma *aprendizagem significativa*. A aprendizagem torna-se significativa para o aluno na medida em que ele é capaz de relacionar as informações e dados que lhe são transmitidos com seus conhecimentos prévios. Dentre as vantagens que a aprendizagem significativa possui em relação à aprendizagem mecânica podemos destacar: a) os conhecimentos adquiridos e construídos pela

aprendizagem significativa ficam retidos por muito mais tempo nas estruturas de conhecimento do aprendiz (estrutura cognitiva); b) o aluno aumenta a sua capacidade de aprender novos conteúdos relacionados aos já conhecidos; e c) uma vez esquecidas determinadas informações, a “reaprendizagem” das mesmas é facilitada (Coll et al., 2000).

A partir da base teórica da aprendizagem significativa de Ausubel, Joseph Novak e colaboradores na Universidade de Cornell desenvolveram, a partir do ano de 1972, uma técnica denominada de mapeamento conceitual. Essa técnica enfatiza conceitos e relações entre conceitos, podendo ser empregados como recursos didáticos, de avaliação, de análise de currículo e como instrumento de metacognição (Moreira et al., 1997). Novak e Canás (2006) elaboraram um artigo que apresenta o referencial teórico e metodológico que dá os fundamentos para a produção de mapas conceituais, ensinando os processos de construção dos mesmos e definindo-os como ferramentas gráficas de organização e representação do conhecimento.

A técnica de construção de mapas conceituais contempla processos que facilitam a aprendizagem significativa segundo a teoria de Ausubel: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva ocorre na medida em que os mapas conceituais são construídos pelos alunos, dispendo as ideias e conceitos mais gerais das disciplinas e, de forma progressiva, diferenciando-as com a introdução de detalhes específicos. Concomitantemente, essa técnica permite a reconciliação integrativa ao ser capaz de explorar as relações entre ideias, conceitos e proposições, apontando semelhanças e diferenças relevantes e avaliando possíveis inconsistências lógicas entre conteúdos.

O *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC), situado na Flórida - EUA, disponibiliza gratuitamente (<http://cmap.ihmc.us/>) um programa para construção de mapas conceituais, o *IHMC Cmap Tools*.

Mapas conceituais podem ser utilizados para diversas atividades, tais como na exploração dos conhecimentos prévios dos alunos, para contrastar os conhecimentos em dois momentos distintos do processo de aprendizagem, como estratégia para estudos e como de avaliação de aprendizagem, conforme descrito por Henrique Sá (Sá, 2001, p. 200):

“... muito da aprendizagem em ABP vai além da mera compilação de fatos. Como tal, exames escritos podem não ser suficientes ou adequados para mensurar a interrelação de conceitos e compreensões do estudante acerca de um dado objeto em estudo. Algumas experiências utilizando mapas conceituais facilitam a visualização do processo de raciocínio e elaboração do conhecimento demonstrando o trabalho do estudante (ou do grupo) na integração de conceitos com vínculos de causa-efeito, dependência, tempo, qualificação, contexto, dentre outros elementos”.

Dentre as contribuições teóricas de Ausubel que podem ser relacionadas com a ABP, destacamos a valorização do conhecimento prévio que os alunos já apresentam sobre temas ou conceitos que irão ser estudados, tornando-os *potencialmente significativos*. Além disso, partindo do pressuposto de que o processo de aprendizagem da ABP confere a liberdade necessária ao aprendiz para que ele busque, construa e *descubra* conhecimentos para resolver uma situação-problema que lhe é apresentada, torna-se evidente, a nosso ver, que o ensino baseado nas metodologias ativas, como é a ABP,

propicia melhores condições para a aprendizagem significativa do que o ensino baseado na memorização de conteúdos fora de contexto.

Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton, 1963.

_____. *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

_____. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Portugal: Editora Plátano. 2003

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRUNER, J. S. *O processo da educação*. São Paulo: Nacional, 1976.

_____. *Uma nova teoria de aprendizagem*. Rio, Bloch, 1975.

_____. *The Culture of Education*. Harvard University Press, 1996.

COLL, C. et al. *Psicologia do Ensino*. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

COOL, C. A concepção construtivista como instrumento para a análise das práticas educativas escolares. In: COLL, César e colaboradores. *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003. (13-42).

DAVIS, C. *Piaget ou Vygotsky, uma falsa questão*. Coleção Memória da Pedagogia, nº 2: Liev Seminovich Vigotski (38-49). Rio de

Janeiro: Ediouro, 2005.

DEWEY, J. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4ed. – São Paulo: Editora Nacional, 1979.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2005.

Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1996.

MOREIRA, M.A. *Teorias de Aprendizagem*. 2ª.ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2011.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRIGUES, M.L. *Aprendizagem significativa: um conceito subjacente*. Actas del Encuentro Internacional Sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, Espanha. (19-44). 1997. Disponível no dia 22/10/2007 em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>.

NOVAK, J.D., CAÑAS, A.J. *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. Technical Report IHMC CmapTools*, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006. Disponível no dia 22/10/2007 em: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>

ONRUBIA, J. Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In: COLL, César e colaboradores. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Editora Ática, 2006. (123-151).

PENAFORTE, J. C. John Dewey e as Raízes Filosóficas da Aprendizagem Baseada em Problemas. In: MAMED, Sílvia e PENAFORTE Júlio (orgs.). *Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Abordagem Educacional*. Editora Hucitec, 2001. (49-77).

PIAGET, J. Epistemologia Genética. São Paulo. Martins Fontes, 2a. ed. 2002.

ROGERS, C.R. A política da educação. IN: ROGERS, Carl. & ROSENBERG, Rachel L. *A pessoa como centro*. São Paulo: EPU, 1977. (133-141).

ROGERS, C.R. Pode a aprendizagem abranger idéias e sentimentos? IN: ROGERS, Carl. & ROSENBERG, Rachel L. *A pessoa como centro*. São Paulo: EPU, 1977. (143-161).

_____ *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros, 1975.

SÁ, H.L.M. Avaliação dos Estudantes. In: MAMED, Sílvia e PENAFORTE, Júlio (orgs.) *Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Abordagem Educacional*. Editora Hucitec, 2001. (183-202).

SOLÉ, I., COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, César e colaboradores. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Editora Ática, 2006. (9-28).

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 3a. ed. 2005.

_____ *A formação social da mente*. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 7a ed. 2007.

Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

IOC
Instituto Oswaldo Cruz

Programa de Pós-Graduação Stricto sensu
em Ensino em Biociências e Saúde

PROGRAMA
INOVA FIOCRUZ

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

