

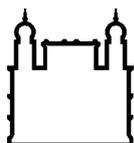
MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biociências e Saúde

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E EM CASOS
INVESTIGATIVOS: CONSTRUINDO E AVALIANDO POSSIBILIDADES
DE IMPLEMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

MAX FONSECA PIERINI

Rio de Janeiro
Julho de 2015



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

MAX FONSECA PIERINI

Aprendizagem Baseada em Problemas e em Casos Investigativos: Construindo e Avaliando Possibilidades de Implementação no Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Renato Matos Lopes

RIO DE JANEIRO

Julho de 2015

ii

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Biomédicas/ ICICT / FIOCRUZ - RJ

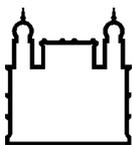
P618 Pierini, Max Fonseca

Aprendizagem baseada em problemas e em casos investigativos:
construindo e avaliando possibilidades de implementação no Ensino
Médio / Max Fonseca Pierini. – Rio de Janeiro, 2015.
xv, 80 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em
Ensino em Biociências e Saúde, 2015.
Bibliografia: f. 71-80

1. Ensino médio. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3.
Aprendizagem baseada em casos investigativos. 4. Formação de
professores. 5. Interdisciplinaridade. I. Título.

CDD 372.35044



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

AUTOR: MAX FONSECA PIERINI

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E EM CASOS INVESTIGATIVOS: CONSTRUINDO E AVALIANDO POSSIBILIDADES DE IMPLEMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

ORIENTADOR: Prof. Dr. Renato Matos Lopes

Aprovada em: 31 / 07 / 2015.

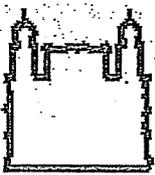
EXAMINADORES:

Prof. Dr. Maurício Roberto Motta Pinto da Luz - Presidente (Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ - RJ)

Profa. Dra. Luciana Passos Sá (Universidade Estadual de Santa Cruz - BA)

Profa. Dra. Michele Waltz Comarú (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - ES)

Rio de Janeiro, 31 de Julho de 2015



Ministério da Saúde

Fundação Oswaldo Cruz
Instituto Oswaldo Cruz

DECLARAÇÃO

Declaramos, para fins curriculares, que Max Fonseca Pierini, sob orientação do Dr. Renato Matos Lopes, foi aprovado em 31/07/2015, em sua defesa de dissertação de mestrado intitulada: **“Aprendizagem Baseada em Problemas em Casos Investigativos: construindo e avaliando possibilidades de implantação no Ensino Médio”**, área de concentração: Ensino Formal em Biociências e Saúde. A banca examinadora foi constituída pelos Professores: Dr. Mauricio Roberto Motta Pinto da Luz - IOC/FIOCRUZ (presidente), Dr^a. Michele Waltz Comarú dos Passos - IFES/ES e Dr^a. Luciana Passos Sá - UESC/BA e como suplentes: Dr^a. Carolina Nascimento Spiegel - UFF/RJ e Dr^a. Salete Linhares Queiroz - USP/SP.

A Pós-graduação *Stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde (Mestrado e Doutorado) está credenciada pela CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, de acordo com Portaria n° 1652, de 03.06.2004, do CNE-Ministério da Educação, tendo validade no Brasil para todos os efeitos legais, e alcançando conceito 5 (cinco) na última avaliação trienal da CAPES.

Informamos ainda que, de acordo com as normas do Programa de Pós-graduação, a liberação do Diploma e do Histórico Escolar está condicionada à entrega da versão definitiva da dissertação/tese em capa espiral (1-cópia), juntamente com o termo de autorização de divulgação da dissertação/tese *on line* e o CD-rom com a dissertação completa em PDF.

Rio de Janeiro, 31 de julho de 2015.


Coordenação do Programa Pós Graduação
Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz

RICARDO FRANCISCO WAIZBORT
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ensino
em Biociências e Saúde
Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ
SIAPE 13533011

À minha mãe, Dalva Fonseca
Pierini (in memoriam), que lutou na vida
para que eu pudesse me educar.

AGRADECIMENTOS

Aos familiares e amigos, pelas constantes palavras de incentivo.

Ao Prof. Dr. Renato Matos Lopes, grande amigo de longa data, que me orientou neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Moacelio Veranio Silva Filho (in memoriam), pelos valiosos ensinamentos.

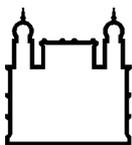
Aos colegas da equipe de pesquisa do Laboratório de Comunicação Celular (LCC).

À Prof. Dra. Carolina Spiegel, pela grande ajuda na revisão do texto e importantes sugestões para a conclusão desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Luiz Anastácio Alves, chefe do LCC, sempre solícito em discutir ideias e dar contribuições.

À minha esposa, Carolina de Oliveira Ribeiro Pierini e ao meu filho, Max Newton Ribeiro Pierini, por tornarem tudo significativo.

“Nós só pensamos quando nos
defrontamos com um problema.”
(John Dewey)



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E EM CASOS INVESTIGATIVOS: CONSTRUINDO E AVALIANDO POSSIBILIDADES DE IMPLEMENTAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

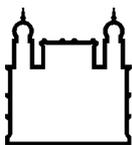
RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENSINO EM BIOCÊNCIAS E SAÚDE

Max Fonseca Pierini

Os resultados de indicadores da qualidade da educação tem se tornado motivo de preocupação para o Ministério da Educação (MEC), que vem tomando iniciativas como o Projeto Ensino Médio Inovador (ProEMI). O ProEMI busca induzir a reestruturação dos currículos do Ensino Médio nas escolas públicas, priorizando a integração curricular e a adoção de estratégias de ensino que possibilitem que os alunos não apenas aprendam os conteúdos das disciplinas, mas também desenvolvam outras competências e habilidades, tais como a capacidade de resolver problemas através do raciocínio crítico e de trabalhar em grupos colaborativos e solidários. Nessa perspectiva, estratégias de ensino como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e os Estudos de Casos Investigativos podem contribuir favoravelmente no redesenho curricular do Ensino Médio. Portanto, a presente dissertação pretendeu construir e avaliar possibilidades de aplicação dos fundamentos da ABP nesse nível de ensino. No primeiro capítulo são apresentados os fundamentos da ABP numa linguagem direcionada para professores da Educação Básica, visto que há uma escassez na literatura sobre ABP na língua portuguesa voltada para os docentes desse nível de ensino. O segundo capítulo apresenta um estudo sobre a percepção positiva de professores da área de Ciências da Natureza do potencial da aplicação de um caso investigativo, associada com uma prática de Volumetria para determinar a acidez de refrigerantes, para possibilitar o ensino interdisciplinar no Ensino Médio. As reflexões desta dissertação apontam para a necessidade de uma aproximação dos professores da educação básica com os princípios gerais da ABP. Ademais, apontam para a utilização do Estudo de casos investigativos como uma estratégia mais imediata e eficiente na promoção do ensino interdisciplinar no contexto das escolas da Rede Estadual de Ensino, uma vez que não requer uma mudança mais estruturante do currículo e das estratégias de ensino e aprendizagem, conforme preconizado na ABP.

Palavras chave: Ensino Médio, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos, Formação de Professores, Interdisciplinaridade.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

PROBLEM-BASED LEARNING AND CASE STUDY: BUILDING AND ASSESSING IMPLEMENTATION OF POSSIBILITIES IN HIGH SCHOOL.

ABSTRACT

MASTER'S DISSERTATION IN BIOSCIENCES AND HEALTH EDUCATION

Max Fonseca Pierini

The results of quality education indicators have become a concern for the Ministry of Education (MEC), which has started initiatives seeking to induce the restructuring of the secondary education curriculum in public schools, such as the Innovative School Project (ProEMI). ProEMI seeks to induce the restructuring of the curricula of secondary education in public schools, giving priority to curriculum integration and the adoption of teaching strategies that enable students not only to learn subject content, but also to develop other skills and abilities, such as the ability to solve problems through critical thinking and working in collaborative groups. From this perspective, teaching strategies such as Problem-Based Learning (PBL) and Case Studies can contribute favorably to this high school curriculum redesigning. Therefore, this dissertation aimed to build and evaluate the possibilities of applying PBL fundamentals in this level of education. The first chapter presents PBL fundamentals in a language directed to basic education teachers, as there is a shortage of literature on PBL in Portuguese targeted specifically for these teachers. The second chapter presents a study on the positive perception of teachers of the natural sciences an area of potential applications of a case study associated with a Volumetry laboratory class to determine the acidity of soft drinks, in order to enable interdisciplinary teaching in high school. The reflections of this dissertation point to the need for basic education teachers to approach general PBL principles. Moreover, they also point to the use of Case Studies as a more immediate and effective strategy in promoting interdisciplinary education in the context of schools from the State Education Network, since this does not require more structural modification of the curriculum and the education system, as provided for in PBL.

Keywords: High school, Problem-Based Learning, Investigative Case-Based Learning, Teacher Education, Interdisciplinary.

ÍNDICE

RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1 APRESENTAÇÃO	16
2 INTRODUÇÃO	18
3 OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo Geral	24
3.2 Objetivos Específicos	24
4 PRIMEIRO CAPÍTULO	25
4.1 Apresentação	25
4.2 Procedimentos Metodológicos	25
4.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA VISÃO GERAL	26
4.3.1 Introdução	26
4.3.2 Um breve Histórico	27
4.3.3 Interdisciplinaridade	29
4.3.4 O Modelo de Aprendizagem	30
4.3.5 A Estrutura Básica da ABP	31
4.3.6 Conceitos Importantes	34
4.3.7 A ABP no Contexto Educacional do Ensino Médio	39
4.3.8 Uma Síntese da Aprendizagem Baseada em Problemas	47
5 SEGUNDO CAPÍTULO	48
5.1 Apresentação	48
5.2 Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos e a Formação de Professores: O Potencial de uma Aula Prática de Volumetria para Promover o Ensino Interdisciplinar.	49
5.2.1 Introdução	49
5.2.2 Procedimentos Metodológicos	52
5.2.3 Resultados e Discussão	56
6 DISCUSSÃO GERAL	63

6.1	Uma Proposta para o Ensino Médio	63
6.1.1	O Modelo Híbrido Como Alternativa	64
6.1.2	Os Casos Investigativos no Contexto da Proposta.....	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
8	PERSPECTIVAS FUTURAS	70
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - O ciclo de aprendizagem na ABP	33
Figura 2 - Curvas de titulação previstas para a reação de um ácido triprótico com base forte (MOH): casos do (A) ácido fosfórico e (B) ácido cítrico (indicação do valor das constantes utilizadas em casa caso). Extraído de Pereira (Pereira, 2010).....	57
Figura 3 - 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.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ideb do Estado do Rio de Janeiro (2005-2013).....	18
Tabela 2 - ENEM - médias das instituições públicas estaduais, públicas federais e privadas.....	19
Tabela 3 - PISA 2012 – média dos estudantes brasileiros em matemática.	20

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese das Características da Aprendizagem Baseada em Problemas.....	46
---	-----------

1 APRESENTAÇÃO

O trabalho de dissertação que ocupa as próximas páginas tem raízes em meu contato com a Aprendizagem Baseada em Problemas, proporcionado pelo professor Moacelio Veranio Silva Filho e pelo professor Renato Matos Lopes, que atualmente é integrante do grupo de pesquisa do Laboratório de Comunicação Celular (LCC), do qual há alguns anos faço parte. Era o ano de 2010 quando comecei a construir minha relação com as Metodologias Ativas de Ensino e aspirar dar continuidade à minha vida acadêmica com pesquisa na área. De fato, nos dois anos anteriores, tencionava desenvolver meu trabalho de mestrado com Evolução na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Na época, atuava como tutor de Evolução, disciplina do curso de graduação em Ciências Biológicas do CEDERJ, oferecida pela citada universidade.

Sou graduado em Ciências Biológicas, licenciatura plena, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e iniciei minha experiência no Ensino como professor de um projeto chamado “Iniciação à Docência”, da Faculdade de Formação de Professores (FFP-UERJ), que consistia em um pré-vestibular social oferecido para alunos do município de São Gonçalo. Eu cursava então o sétimo período do curso de Ciências Biológicas, no início de 1995, e me formaria um ano depois. Minha atuação como docente, desde meu primeiro contato com o magistério, soma mais de 16 anos. Dois anos após o término de minha graduação, fui aprovado em concurso público para o quadro permanente de professores da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC) e desde então lecionei em escolas, públicas e particulares, em diferentes locais da cidade, na grande maioria das vezes no Ensino Médio. Além de atuação no grupo de pesquisa do LCC, sou docente da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro e coordenador da disciplina de Biologia do pré-vestibular social (PVS) do CEDERJ.

A experiência acumulada como docente, com efeito, acabou por ter, juntamente com meu contato com a ABP, importância capital em minha decisão de desenvolver uma dissertação no presente tema. Meu projeto de dissertação se originou de minha participação como bolsista, durante o ano de 2011, em um projeto mais amplo intitulado “A Implementação da

Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Médio do Rio de Janeiro”. Coordenado pelo Prof. Dr. Renato Matos Lopes, que orientou a presente dissertação, o projeto está sendo desenvolvido em uma escola da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro, localizada no bairro de Santa Cruz, na Zona Oeste do Estado do Rio de Janeiro. O colégio, do qual eu faço parte do quadro docente, pertence ao grupo de escolas da Coordenadoria Metropolitana IV, subordinada a Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC) e funciona nos três turnos com turmas de Ensino Médio, possuindo 1590 alunos e 89 professores.

O projeto recebe o apoio financeiro da FAPERJ e do CNPq.

2 INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep - <http://www.inep.gov.br/>), autarquia vinculada ao Ministério da Educação (MEC), divulga dois parâmetros importantes para a avaliação da qualidade da Educação Básica e do Ensino Médio no Brasil: o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) e o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Os dados do Ideb mostram que, entre os anos de 2005 e 2013, o Ensino Médio do Estado do Rio de Janeiro teve uma modesta melhora em sua média nacional. Em uma escala de zero a dez, a nota passou de 3,3 em 2005 para 4,0 em 2013 (Tabela 1). Porém, se analisarmos separadamente as médias das diferentes esferas administrativas, existe uma heterogeneidade entre as escolas da Rede Privada e da Rede Pública Estadual. Quando consideramos apenas as notas dos alunos da Rede Pública Estadual, o Ideb observado aumentou de 3,2 em 2011, o que colocava o Rio de Janeiro entre as piores médias do país, para 3,6 em 2013 enquanto que a média da rede privada do estado foi de 4,8 no mesmo ano (BRASIL, 2014).

Tabela 1 - Ideb do Estado do Rio de Janeiro (2005-2013).

Ideb observado (Rio de Janeiro)					
	2005	2007	2009	2011	2013
Total	3,3	3,2	3,3	3,7	4,0
Estadual	2,8	2,8	2,8	3,2	3,6
Privada	5,1	5,4	5,7	5,5	4,8

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

A despeito da queda na média das escolas da rede privada na última avaliação e do melhor desempenho das escolas estaduais em comparação com os últimos anos, a diferença entre os resultados das duas esferas administrativas é notável. Cabe ressaltar que o Ideb não é o resultado direto da média de desempenho dos alunos nos exames padronizados. O indicador é calculado a partir de dois componentes: um deles é o *fluxo escolar*, que está relacionado com a *taxa de rendimento escolar* (aprovação), dado gerado nas escolas; o outro é a *média de desempenho* nos exames aplicados pelo INEP (BRASIL, 2015).

Os resultados do Enem ratificam a diferença na qualidade do ensino proporcionado pela Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro, quando comparada com a privada. Em 2012, quando o presente estudo se iniciou, dentre as 50 escolas que ocupavam os primeiros lugares no estado, nenhuma era da Rede Estadual de

Ensino. Dentre as 100 primeiras escolas, de um total de 319, apenas uma escola era estadual, o Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP UERJ). As demais instituições estaduais estão, em sua grande maioria, figurando nos últimos lugares. Por outro lado, entre as 50 primeiras colocadas, 45 escolas eram da rede privada e cinco são da rede federal.

A diferença no desempenho entre estudantes da Rede Pública Estadual e privada parece não ser exclusiva do Rio de Janeiro. Se compararmos as médias em todo país para cada área do conhecimento proposta pelo Enem (Linguagens e Códigos, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Redação) entre as redes pública estadual, privada e pública federal a diferença torna-se evidente. De acordo com os resultados divulgados pelo Inep, a média das escolas estaduais em matemática, por exemplo, foi de 491,18 pontos, contra 615,07 pontos da rede privada e 625,24 pontos das escolas federais. O padrão se repete para as demais áreas do conhecimento como mostra a Tabela 2.

Torna-se aqui importante destacarmos que os dados do Censo Escolar de 2013 apontam 8.312.815 alunos matriculados no Ensino Médio em todo país. Segundo o INEP, 84,8% das matrículas do Ensino Médio são de responsabilidade das redes estaduais. As escolas particulares somam apenas 12,8% e as esferas federal e municipal somam juntas 2,4% (BRASIL, 2014).

Tabela 2 - ENEM - médias das instituições públicas estaduais, públicas federais e privadas.

Área	Pública Estadual	Privada	Pública Federal
Linguagens e Códigos	480,71	544,52	545,08
Matemática	491,18	615,07	625,24
Ciências Humanas	506,94	583,94	506,94
Ciências da Natureza	475,94	541,28	547,76
Redação	491,41	602,16	613,07

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira.

Outro importante indicador de qualidade da educação, este em escala mundial, é o Programa para Avaliação Internacional de Estudantes (PISA, de Programme for International Student Assessment), promovido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). Em sua quinta pesquisa, no ano de 2012, o PISA avaliou cerca de 510.000 estudantes com média de idade de 15 anos e contou com a participação de 65 países, ficando o Brasil no 55^o lugar em Leitura, 58^o lugar em Matemática e 59^o lugar em Ciências. No total, o país ficou 132 pontos abaixo da média geral (OECD, 2014). A exemplo dos resultados gerados pelos indicadores nacionais, as médias das instituições estaduais no PISA são inferiores, quando comparadas com outras esferas administrativas. Em matemática, a média das escolas públicas estaduais no PISA 2012 foi de 379,8, ao passo que as médias das escolas privadas e públicas federais foram 461,7 e 489,9 respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - PISA 2012 – média dos estudantes brasileiros em matemática.

REDE	Média - Matemática (PISA 2012)
PÚBLICA ESTADUAL	379,8
PRIVADA	461,7
PÚBLICA FEDERAL	484,9
MUNICIPAL	333,8

Fonte: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD)

É importante ressaltar que tanto o Enem quanto a PISA apontam para a valorização do ensino interdisciplinar e de habilidades que não envolvem apenas a memorização de conteúdos. O Enem possui um caráter interdisciplinar e de contextualização dos conhecimentos, tendo os objetivos de avaliar o desempenho do estudante em dominar linguagens, de compreender fenômenos através da aplicação de conceitos de diversas áreas do conhecimento, de enfrentar situações-problema, construir argumentações consistentes e elaborar propostas de intervenção na realidade (BRASIL, 2011). De maneira similar, o PISA analisa habilidades como a capacidade para resolver problemas interdisciplinares reais, nos quais o caminho da solução não é óbvio (OECD, 2014). Portanto, os resultados desses indicadores apontam para uma deficiência do sistema educacional no desenvolvimento dessas competências em estudantes do Ensino Médio do País.

Resultados como os expostos acima vêm se tornando motivo de preocupação e o MEC, no ano de 2009, lançou o programa “Ensino Médio Inovador” (ProEMI). O programa tem como objetivo a reestruturação curricular em escolas do Ensino Médio. A proposta de “Redesenho curricular” do ProEMI inclui atividades integradoras que articulam as dimensões do trabalho, da ciência, da cultura e da

tecnologia, contemplando as diversas áreas do conhecimento (BRASIL, 2014). Esse enfoque interdisciplinar, segundo o Ministério da Educação, se caracteriza pela ênfase no trabalho de integração dos conhecimentos disciplinares ao se abordar um determinado tópico, objeto de estudo ou cenário de investigação. Isso ocorre através de um processo de troca de saberes aberto ao diálogo e ao planejamento (BRASIL, 2010).

Em uma estrutura curricular que priorize a contextualização dos conhecimentos propostos, o ensino interdisciplinar e a capacidade de resolver problemas, as denominadas “*Metodologias Ativas de Ensino e Aprendizagem*” podem ser grandes aliadas na melhoria da qualidade do Ensino Médio. Essas metodologias ou estratégias de ensino aumentam as possibilidades de integração curricular e contribuem na formação científica, intelectual e cultural do estudante (Savery, 2006), assim como são capazes de desenvolver nos estudantes a capacidade de “aprender a aprender” (Mitre *et al.*, 2008). Dentre essas metodologias, destaca-se a utilização da “Aprendizagem Baseada em Problemas” (ABP ou PBL de *Problem-Based Learning*) e suas variações, como o “Estudo de Casos Investigativos – Case Study” (Llorens-Molina, 2010; Lopes *et al.*, 2011; Azer *et al.*, 2013).

O planejamento baseado em metodologias ativas de ensino como a ABP tem o objetivo de proporcionar a aprendizagem através da resolução de situações-problema. Nesse contexto, os estudantes atuam em grupos colaborativos de aprendizagem, posicionando o professor como um orientador do processo. Após o contato dos estudantes com uma situação-problema, o processo de aprendizagem tem o seu início a partir de três questões primordiais: O que nós já sabemos sobre o problema apresentado? O que nós precisamos saber? De que forma podemos encontrar as informações necessárias? Desse modo, para resolver o problema proposto, os aprendizes passam por ciclos de aprendizagem (Torp e Sage, 2002; Kain, 2003; Hmelo-Silver, 2004).

Enquanto práticas fundamentadas em uma concepção construtivista de ensino, as metodologias ativas como ABP são descritas na literatura como estratégias metodológicas que apresentam potencial para fomentar uma abordagem interdisciplinar para alunos do Ensino Médio (Torp e Sage, 2002; Lambros, 2004). Essas estratégias podem ser planejadas para momentos pontuais ao longo do ano letivo ou podem ser empregadas para estruturar

completamente um currículo (Neville e Norman, 2007; Lopes et al., 2011; Azer et al., 2013). Um recente trabalho de revisão sistemática aponta o grande volume de trabalhos no exterior sobre aplicações da ABP, sobretudo no Ensino Superior, nível de ensino no qual a metodologia foi sistematizada no final dos anos de 1960 (Pinho et al., 2015). Na educação básica, a metodologia também é aplicada em muitos países (Rivet e Krajcik, 2007; Wong e Day, 2009; Ihsen et al, 2011).

No Brasil, apesar de existirem exemplos de sua aplicação no Ensino Superior, na Educação Básica o emprego de tais metodologias ainda é incipiente (Silva-Filho et al., 2010). Contudo, estudos sobre aplicações da ABP no Ensino Médio vêm sendo produzidos no país, tais como no desenvolvimento de disciplinas de Biologia (Malheiro e Diniz, 2008), Química (Lopes et al., 2011) e Matemática (Bezerra e Santos, 2013).

Para a inserção de Metodologias Ativas de Ensino no currículo escolar, torna-se capital a capacitação dos professores da Educação Básica para o emprego eficiente de tais metodologias nas escolas brasileiras (Silva-Filho et al., 2010). A melhoria da formação inicial e continuada de professores também se aplica ao cenário de reestruturação de currículos para o Ensino Médio, visto que estudos produzidos no Brasil (Massena e Monteiro, 2011) e em países da Europa e nos Estados Unidos (Garm e Karlsen, 2004; Futrell, 2010) apontam para questões relacionadas à formação deficiente dos docentes.

No Estado do Rio de Janeiro, em um estudo publicado pelo nosso grupo de pesquisa, o conhecimento de professores do Ensino Médio da Rede Pública Estadual sobre interdisciplinaridade foi analisado (Fidalgo-Neto et al., 2013). Os resultados revelaram que em sua maioria os docentes entrevistados, apesar de admitirem a importância de práticas interdisciplinares, possuem formação deficiente para implantar essas práticas e, além disso, acreditam que as escolas não possuem estrutura física e organizacional adequadas para desenvolver o ensino interdisciplinar (Fidalgo-Neto et al., 2013). O estudo também aponta que as “Metodologias Ativas de Ensino”, tais como a Aprendizagem Baseada em Problemas e o Estudo de Casos Investigativos, são desconhecidas pela grande maioria dos professores. Esses resultados corroboram, conforme indicado, os dados do trabalho de Silva Filho e colaboradores (2010), que indicou que o emprego e o conhecimento da ABP na Educação Básica ainda eram incipientes no Brasil. Os mesmos autores constataram que era escassa a literatura disponível na língua portuguesa, voltada

especificamente para a formação de professores da educação básica para a aplicação da ABP em sala de aula, assim como levantaram a hipótese de que esta carência poderia ser um fator limitante para a aplicação e o desenvolvimento da ABP no ensino fundamental e médio. Nessa perspectiva, o primeiro capítulo da presente dissertação foi elaborado para apresentar os fundamentos básicos da ABP. O mesmo será empregado como alicerce para a construção do primeiro capítulo de um livro para professores da Educação Básica. O segundo capítulo apresenta um estudo prático de avaliação do potencial da ABP, a partir da aplicação dos seus pressupostos e fundamentos, junto a professores de Ciências da Natureza da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro, para gerar a possibilidade de desenvolvimento do ensino interdisciplinar no Ensino Médio de uma escola pública.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver material de apoio direcionado aos docentes da Educação Básica sobre os fundamentos da Aprendizagem Baseada em Problemas e demonstrar a aplicabilidade dessa metodologia no Ensino Médio.

3.2 Objetivos Específicos

- 1) Construir um histórico da utilização da ABP como metodologia de ensino.
- 2) Analisar e sistematizar por meio de revisão bibliográfica a terminologia utilizada e os principais fundamentos da ABP e suas variações.
- 3) Analisar junto a professores da Rede Pública Estadual o potencial interdisciplinar e a aplicabilidade de um Caso investigativo da ABP no Ensino Médio.
- 4) Construir uma proposta de aplicação da ABP no Ensino Médio a partir de um modelo híbrido de currículo que utiliza o Estudo de Casos Investigativos.

4 PRIMEIRO CAPÍTULO

4.1 Apresentação

Nesse capítulo da presente dissertação apresentaremos um material de apoio aos docentes da Educação Básica que pretendem conhecer a ABP como estratégia instrucional. O texto também servirá de base para a construção do primeiro capítulo de um livro sobre o tema. O trabalho trás 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 e funções de professores e alunos, dentre outros aspectos. Discutiremos em linhas gerais alguns dos fundamentos cognitivos / construtivistas de Metodologias Ativas de Ensino, assim como as diferenças básicas entre essas metodologias e o ensino tradicional.

4.2 Procedimentos Metodológicos

O material apresentado a seguir foi produzido com a utilização de um processo conhecido como revisão de literatura. A revisão de literatura consiste na análise e descrição de um corpo do conhecimento e cobre todo o material relevante que é escrito sobre um tema, dentre eles livros, artigos de periódicos, artigos de jornais, registros históricos, relatórios governamentais, teses e dissertações (Baumeister e Leary, 1997).

Utilizamos um tipo de revisão de literatura conhecido como revisão narrativa. A estratégia consiste de uma análise na qual a escolha do material pesquisado e as conclusões do processo são construídas sob a visão crítica e pessoal do autor (Cronin et al., 2008). A revisão narrativa da literatura é uma estratégia muito útil na sistematização de conhecimentos relevantes construídos em um determinado tema e apresenta grande importância na educação continuada, permitindo ao leitor adquirir e atualizar o conhecimento sobre uma temática específica em um curto período de tempo (Baumeister e Leary, 1997).

4.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA VISÃO GERAL

4.3.1 Introdução

As Metodologias Ativas de Ensino, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), fundamentam-se na posição do aprendiz como construtor de seu conhecimento. Como veremos adiante, na abordagem dessas metodologias, o estudante participa ativamente do processo de ensino-aprendizagem e não se coloca apenas como passivo receptor de informações transmitidas pelo professor. Assim, a ABP e suas variações compartilham fundamentos basilares da filosofia construtivista de ensino. Apesar dos sistematizadores da ABP, em fins dos anos 1960, não se fundamentarem nas bases teóricas de filosofias educacionais, trabalhos vêm se dedicando a conectar a ABP com essas premissas. Principalmente às ideias de autores como Jean Piaget, Jerome Bruner, John Dewey (Klein, 2013) e David Ausubel (Cyrino e Toralles-Pereira, 2004).

Tais fundamentos incluem a valorização de conhecimentos prévios dos aprendizes, trabalho colaborativo, capacidade de resolução de problemas e a contextualização dos conhecimentos com enfoque interdisciplinar da realidade. Características que vêm sendo valorizadas em propostas pedagógicas de *reestruturação curricular* oficiais como o Projeto Ensino Médio Inovador (ProEMI), lançado em 2009 pelo Ministério da Educação - MEC (BRASIL, 2014). A capacidade de resolução de problemas e a abordagem interdisciplinar também norteiam exames padronizados nacionais, caso do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), e Internacionais, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA (BRASIL, 2011; OECD, 2014). Esse último, desenvolvido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD).

Nessa perspectiva, a ABP possui características que podem viabilizar a sua aplicação em uma proposta pedagógica que priorize o ensino crítico, interdisciplinar e contextualizado com a realidade dos estudantes.

4.3.2 Um breve Histórico

A 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 da América (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 na 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).

A Universidade Brighton, na Inglaterra, mantém um diretório na Internet com indicações de cursos baseados em ABP ao redor do Mundo, especialmente da área de Saúde. Em junho de 2015 o diretório indicava 118 cursos em 103 instituições de 35 países (<http://feedback.bton.ac.uk/pbl/pbldirectory/index.php>). No diretório o Brasil aparece com os três cursos citados anteriormente. Porém, o site *Escolas Médicas do Brasil* (<http://www.escolasmedicas.com.br/metodo.php>) em março de 2014 mostrava a existência de 218 Faculdades de Medicina no país. Do total, cerca de 41 são indicadas como fazendo uso da ABP. Os responsáveis por este site apontam, no entanto, que a determinação da metodologia de ensino adotada por cada curso foi feita através de consulta dos dados existentes em suas páginas da Internet, e que, por se tratar de uma estimativa, pode levar a uma avaliação equivocada da metodologia de fato empregada.

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

Nos últimos anos, a Finlândia, com utilização da resolução de problemas e temas interdisciplinares (transdisciplinares) na construção do currículo, têm se destacado mundialmente. O país, segundo Linda Darling-Hammond, já teve seu sistema educacional considerado um dos menos desenvolvidos da Europa (Stanford News, 2012). Porém, hoje tem figurado nos primeiros lugares do PISA, que em 2012 avaliou o desempenho de 65 países (OECD, 2014).

No caso da Finlândia, a nova abordagem se tornou uma política educacional que concede maior liberdade na construção de currículos baseados em temas transversais, chamados de *fenômenos*, que, segundo o Finnish National Board of Education (2015), será implementada em agosto de 2016. Na proposta, os alunos trabalham de forma colaborativa e os *fenômenos* são estudados simultaneamente com vários professores (de matérias diferentes). Segundo Darling-Hammond, na educação finlandesa os currículos são muito focados no pensamento crítico, na resolução de problemas, no “aprender a aprender”, assim como na aprendizagem colaborativa em sala de aula (Stanford News, 2012).

No Brasil, estudos revelam 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 a 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 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).

Recentemente, Lopes e colaboradores 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 a bioquímica, a biossegurança, a biologia ou a 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 (Lopes, et al., 2015).

4.3.3 Interdisciplinaridade

Documentos oficiais e pesquisas, tanto de caráter epistemológico como pedagógico, vêm destacando a importância da interação entre diferentes disciplinas no que tange os estudos ligados ao processo de ensino-aprendizagem (Carvalho, 2007; BRASIL, 2010; Klein, 2013). Nesse cenário, o termo interdisciplinaridade tem definições diversas e torna-se polissêmico.

Segundo Hilton Japiassu (1976), a interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica o termo é definido como uma abordagem metodológica na qual existe um trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, caracterizado pela cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento (BRASIL, 2010).

Desse modo, dependendo da natureza e do grau da interação entre as diversas áreas que participam do processo, a ideia de interdisciplinaridade associa-se a termos como *multidisciplinaridade* e *pluridisciplinaridade*. Porém, no caso desses últimos, o que ocorre por definição é uma justaposição de disciplinas sem integração conceitual e metodológica (Japiassu, 1976).

Outro termo associado à interação entre disciplinas é *transdisciplinaridade*. Uma abordagem transdisciplinar seria caracterizada por um sistema total, coordenando todas as disciplinas e tendo em vista uma finalidade comum, uma unificação do conhecimento pelo diálogo possível das diferentes disciplinas (Japiassu, 1976).

No contexto do presente trabalho, as ideias de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade são conceitos fundamentais no processo de aprendizagem baseado na resolução de problemas espelhados na realidade, como encontramos na ABP.

4.3.4 O Modelo de Aprendizagem

Neste ponto, torna-se capital definirmos o modelo de aprendizagem adotado neste estudo. Adotamos aqui o modelo de aprendizagem conhecido como Teoria da Aprendizagem Significativa, proposto por David Ausubel, no qual o conhecimento é construído de maneira significativa quando existe uma relação *não arbitrária e não literal (substantiva)* do conteúdo a ser apreendido com a estrutura cognitiva (Ausubel, 2003), ou seja, existe uma interação ativa e integradora do novo conteúdo que o estudante deve aprender com as ideias já construídas em seu arcabouço cognitivo.

Uma relação *não arbitrária* implica que as novas informações não se relacionam com qualquer estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, denominados *subsunçores* (Moreira et al., 1997). O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em *subsunçores* preexistentes na estrutura cognitiva. Desse modo, o novo conhecimento pode ser aprendido significativamente na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente *relevantes e inclusivos* (relação não arbitrária) estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, funcionando como pontos de “ancoragem” aos primeiros (Moreira et al., 1997).

Uma relação *substantiva (não literal)* com os conteúdos aprendidos ocorre quando o que é incorporado à estrutura cognitiva é a *substância* do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las (Moreira et al., 1997). Assim, o mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras pelo aprendiz, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados.

É essa relação *não arbitrária e substantiva* que difere essencialmente a aprendizagem *significativa* da aprendizagem *mecânica*. Segundo Ausubel, a

aprendizagem mecânica se caracteriza pela arbitrariedade e literalidade na relação entre os conteúdos a serem aprendidos e a estrutura cognitiva, não resultando na aquisição de significados (Ausubel, 2003). A aprendizagem mecânica está relacionada com a simples memorização de conteúdos descontextualizados da realidade. Contudo, o modelo não trata aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como dicotômicas e sim como dois extremos do mesmo processo (Moreira et al., 1997).

Os conteúdos que possuem relação *não arbitrária e substantiva* com a estrutura cognitiva dos aprendizes são ditos *potencialmente significativos*. Na interação dos conteúdos *potencialmente significativos* com os *subsunçores* preexistentes na estrutura cognitiva, ambos se modificam (Moreira et al., 1997), moldando a estrutura cognitiva do aprendiz. Desse modo, sob a ótica cognitivista/construtivista o processo de aprendizagem não pode ser reduzido a uma simples retenção de conteúdos.

Sob essa perspectiva, fica evidente a importância central dos conhecimentos prévios para a teoria de Ausubel adotada aqui como modelo de aprendizagem. Os problemas da ABP são ferramentas nas quais os conteúdos a serem abordados estão espelhados na realidade dos estudantes, criando condições para a interação de conteúdos *potencialmente significativos* com a estrutura cognitiva dos aprendizes.

4.3.5 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 Linda Torp e Sara Sage, a ABP tem três características principais (Torp e Sage, 2002):

- 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 do problema/situação apresentado.

Nesse contexto, a ABP é uma estratégia educacional 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 por *ciclos de aprendizagem* que envolvem estudantes e professores (Torp e Sage, 2002; Kain, 2003; Hmelo-Silver, 2004).

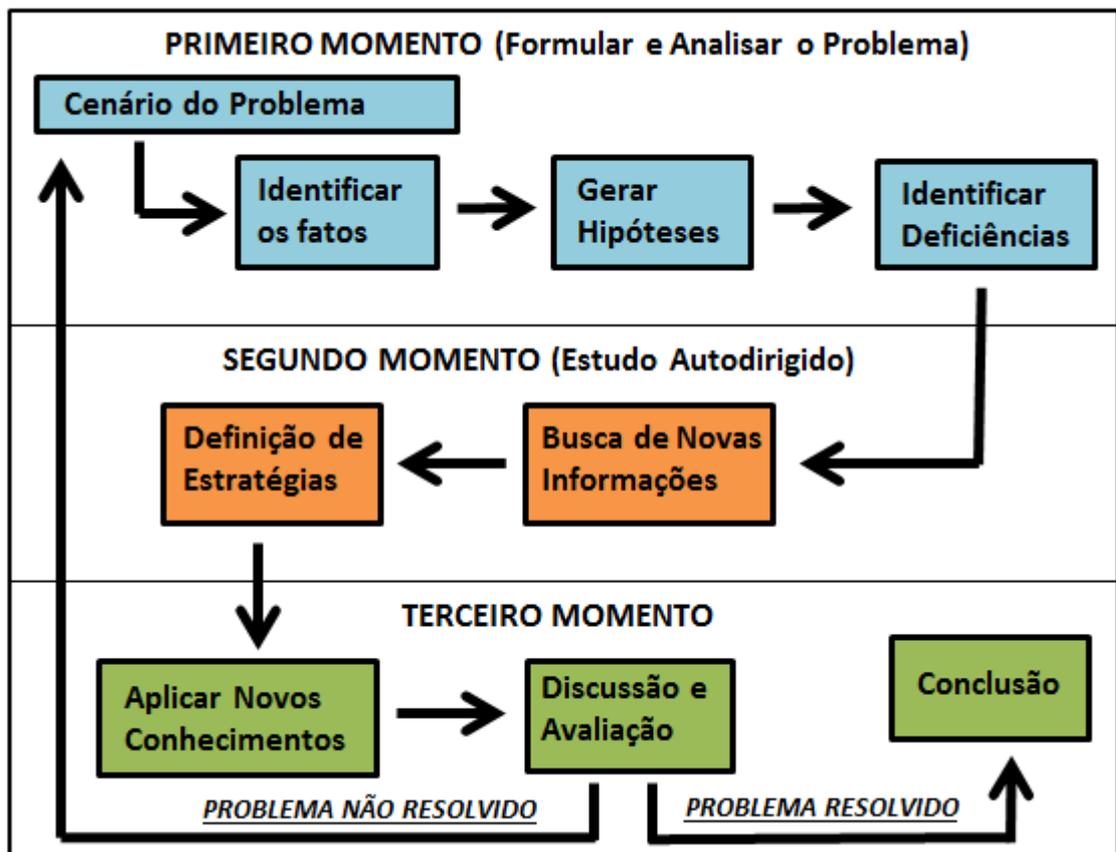
Cada ciclo é formado por momentos específicos (Figura 1). No primeiro momento é o de formular e analisar o problema. Uma vez apresentados à situação-problema, os grupos são orientados a: 1) identificar as informações fornecidas (cenário do problema) e o que cada um dos membros do grupo possui de conhecimentos 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 for necessário 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. Ao retornarem ao 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 por todos. Cada estudante confrontará o conhecimento novo com seus conhecimentos prévios e acabará por fixar as informações de forma conectada, proporcionando uma *aprendizagem significativa*. 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 Stewart Mennin (Mennin, 2007).

4.3.6 Conceitos Importantes

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

4.3.6.1 A Situação-Problema

A característica básica de estratégias instrucionais como a ABP é a resolução de problemas. Tal característica proporciona a essa metodologia uma abordagem completamente diferente do ensino convencional para facilitar 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 maneira livre de contexto, 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

Enquanto 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.

Expusemos anteriormente uma breve discussão sobre o termo interdisciplinaridade. Naquele contexto, as experiências interdisciplinares no Brasil, mesmo não sendo, por vezes, uma definição da escola, envolvem um grupo de professores que, voluntariamente, se organizam para um trabalho em conjunto. Tais experiências muito se assemelham a essa 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 através 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 com algo de sua criação, 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) – versão em português de Portugal (Delisle, 2000) – 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 correta, mas responde a um *ill-structured problem* com uma declaração e uma justificativa. Linda Torp e Sara Sage (Torp e Sage, 2002) fazem uso do termo “situação problemática” para se referir ao processo de organização do currículo escolar na ABP. Termo que nos aproxima da ideia adequada das situações problema (*ill-structured problem*) propostas nessas metodologias. Problemas complexos que não possuem solução óbvia e, tampouco, uma única resposta correta (Hmelo-Silver, 2004).

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 contextualiza o conteúdo de aprendizagem e 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 bom caso investigativo 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 do problema.

4.3.6.2 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* também é polissêmico e pode ser usado também fora de ambientes convencionais de aprendizagem, tais como escolas. 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, livre de uma relação com 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 é a utilização de *tutor* para designar o profissional que trabalha com os alunos no Ensino Aberto e à 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 Linda Torp e Sara Sage (Torp e Sage, 2002), a palavra inglesa *coach*, cuja

tradução literal é “treinador”, melhor expressa 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. Daniel L. Kain (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, que muito pode se assemelhar ao que ocorre na ABP, acontece nos cursos *stricto sensu* de pós-graduação 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. 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.

4.3.6.3 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 de um 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 estudante 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.

4.3.7 A ABP no Contexto Educacional do Ensino Médio

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

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.

4.3.7.1 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 e 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, respeitadas as características de cada escola.

Na ABP a situação-problema é a base da estrutura curricular e não mais a aula, ou o "tempo", como é comum se dizer no Brasil: "hoje eu tenho dois tempos de biologia e dois tempos de matemática"; "o primeiro tempo é de educação-física e o último tempo 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 no qual alunos e professores farão uma espécie de balanço do que foi aprendido e uma avaliação das competências que foram alcançadas durante a tarefa escolar.

4.3.7.2 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 tutor, que os guia sutilmente no percurso a fazer e na avaliação do desempenho. Essa função do professor orientador é fundamental para clarificar o percurso, no sentido dos 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 sua própria aprendizagem (Araz e Sungur, 2007); motivados pelas suas pesquisas, os estudantes tornam-se aprendizes autodirigidos (Torp e Sage, 2002).

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 e tutores (Torres, 2007).

Os estudantes na ABP assumem papéis definidos em pequenos grupos colaborativos, os grupos tutoriais. 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 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 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, através 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 da metodologia têm maior eficiência em aplicar as habilidades adquiridas, assim como são mais eficientes na retenção de conhecimento a 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, 2008). 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).

4.3.7.3 Avaliação

Avaliação é um tema muito discutido e complexo. Portanto, não pretendemos aqui aprofundar o assunto, visto que esse não é o objetivo deste texto, e sim apenas ressaltar a característica processual, formativa, do tipo de avaliação empregado em um planejamento que priorize a ABP.

Por vezes, 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, à luz do modelo construtivista/cognitivista da Teoria da Aprendizagem Significativa, a avaliação contribui para uma aprendizagem *mecânica* de conteúdos que não possuem relação *substantiva e não arbitrária* com o sujeito cognoscente. Desse modo, a avaliação escolar se distancia do aspecto *formativo*, que é um instrumento privilegiado para regular de forma contínua as intervenções e as situações didáticas em sala de aula (Perrenoud, 1999).

De modo diverso do observado regularmente nos planejamentos em vigor nas escolas brasileiras, nos quais a avaliação é geralmente baseada no formato de “teste” ou “prova”, 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 dos mesmos. 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.

Os processos que compõem o sistema de avaliação em metodologias como a ABP, funcionam não somente com a avaliação do professor, mas considerando três perspectivas: a avaliação do professor, a avaliação dos aprendizes sobre seu próprio trabalho (autoavaliação) e a avaliação entre pares, feita por parte dos colegas que compõem os grupos colaborativos. Ademais, a avaliação formativa empregada na ABP também inclui a avaliação da própria situação-problema ou caso investigativo (Delisle, 1997).

A avaliação por pares e a autoavaliação propostas na ABP encerram aspectos capitais do processo de aprendizagem, tornando os estudantes, de maneira gradativa e contínua, mais capazes de pensar de forma autônoma. Tal relação é fundamental para que as Metodologias Ativas sejam capazes de desenvolver nos estudantes a habilidade de aprender a aprender (Mitre *et al.*, 2008). Essa perspectiva está fundamentada em um dos pilares da concepção construtivista de ensino, na qual o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito cognoscente, em sua interação com a realidade. Nessa interação, a aprendizagem significativa subjaz a construção do conhecimento (Novak, 1981; Moreira *et al.*, 1997; Novak, 2010). Assim, a avaliação formativa proposta em métodos como a ABP cria subsídios de grande aplicabilidade na facilitação de uma aprendizagem significativa e de aquisição de habilidades, como a aplicação de conhecimentos adquiridos na resolução de problemas por parte dos estudantes, que, de maneira geral, não tem sido contempladas nos modelos de avaliação tradicionais.

4.3.7.4 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 tanto de uma estratégia *educacional* como 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). Linda Torp e Sara Sage 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, apóia a 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” (Torp e Sage, 2002).

Enquanto metodologia construtivista de ensino, a ABP, alicerçada na resolução de problemas que contemplam a realidade, admite que esta, assim como o conhecimento, é construída pelo sujeito cognoscente (Moretto, 2006). Estratégias desse tipo objetivam evitar que os alunos ocupem uma posição passiva, que se limita em absorver os conhecimentos expostos pelo professor. Uma perspectiva que, na obra *Pedagogia do Oprimido*, Paulo Freire define como *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”.

As 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 na página seguinte um quadro que trás 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	<p>Orientador</p> <p>Apresenta a situação-problema.</p> <p>Modela, orienta.</p> <p>Se envolve no processo como parceiro de investigação.</p> <p>Avalia a aprendizagem.</p>	<p>Participante.</p> <p>Trabalha ativamente com a complexidade da situação.</p> <p>Investiga e resolve os problema como parte envolvida.</p>	<p>Estudantes sintetizam e constroem o conhecimento para chegar a solução dos problemas de forma a ir ao encontro das condições que eles próprios estabeleceram.</p>	<p>Os professores modelam e orientam/guiam quando necessário.</p> <p>Estudantes desenvolvem estratégias para possibilitar e direcionar sua própria aprendizagem.</p>	<p>Parte-interessada/envolvida.</p> <p>São imersos na situação que reflete a realidade.</p> <p>Argumentam e guiam seus estudos em busca de soluções.</p>	<p>“Mal-estruturado”.</p> <p>Apresentado como uma situação, dentro da qual um problema latente ainda está por ser definido.</p>	<p>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.</p>
Expositiva	<p>Direciona o ensinamento.</p> <p>Detém o conhecimento.</p> <p>Avalia o estudante.</p>	<p>Receptor.</p> <p>Passivo.</p> <p>Ouvinte atento.</p>	<p>Estudantes aplicam o conhecimento recebido em situações de prova.</p>	<p>Nenhum: estudar é a responsabilidade do estudante.</p>	<p>Aprende sobre coisas que, muitas vezes, não estão relacionadas com a sua experiência pessoal.</p>	<p>“Bem-estruturado”.</p> <p>Apresentado geralmente como um desafio à memória.</p>	<p>Organizada e apresentada pelo professor.</p>

(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) a ocupar os 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.

4.3.8 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 a ser apresentada aos professores da Educação Básica no Brasil:

A ABP é uma estratégia educacional baseada na 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. 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 técnica, visto que muitas instituições que utilizam a ABP querem criar suas próprias variações dentro dos preceitos da metodologia (Barrows, 1996). Essas adaptações podem ser organizados 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 apresentados. 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 e mesmo com variações, as funções de cada elemento nos cursos baseados na ABP devem ser respeitadas de modo a garantir a mesma eficiência de aprendizagem que as referidas avaliações têm indicado.

5 SEGUNDO CAPÍTULO

5.1 Apresentação

Como exposto na introdução da presente dissertação, a utilização da ABP e do Estudo de Casos Investigativos, em uma lógica de reestruturação curricular que priorize o ensino interdisciplinar, pressupõe questões relacionadas à formação de professores. Nesse contexto, utilizando os fundamentos da ABP, apresentaremos a seguir um estudo sobre o potencial interdisciplinar e a aplicabilidade de um caso investigativo para o Ensino Médio. A pesquisa foi realizada com a participação de professores da área de Ciências da Natureza que trabalham na Rede Pública de Ensino do Estado do Rio de Janeiro. Entre esses professores, três docentes do colégio no qual está em andamento o projeto “A Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Médio Público do Rio de Janeiro”.

Os docentes que participaram da pesquisa estavam matriculados em um curso de Atualização em Metodologias Ativas de Ensino, coordenado pelo Prof. Dr. Moacelio Veranio Silva-Filho e pelo Prof. Dr. Renato Matos Lopes, e, no decorrer do curso, já haviam entrado em contato com informações a respeito das principais características da ABP.

Os docentes atuaram como alunos na resolução de um caso investigativo envolvendo acidez de refrigerantes e volumetria, orientados pelos coordenadores do curso no papel do professor-orientador. O caso investigativo proposto neste trabalho constitui-se em um bom exemplo prático das características de uma situação-problema (*ill-structured problem*) descritas no capítulo anterior e de como a ABP poderia ser adaptada ao contexto do Ensino Médio.

No processo, foi possível aos docentes avaliarem o potencial interdisciplinar do caso investigativo, utilizando como matriz curricular o *currículo mínimo*, proposto pela Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ). Este trabalho deu origem a um artigo que foi publicado na revista *Química Nova na Escola*.

5.2 Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos e a Formação de Professores: O Potencial de uma Aula Prática de Volumetria para Promover o Ensino Interdisciplinar.

5.2.1 Introdução

No ano de 1916, o filósofo e educador norte-americano John Dewey na sua obra *Democracia e Educação* já defendia o ensino interdisciplinar nas escolas (Dewey, 1979). Para o autor, a interdisciplinaridade era um processo valioso na construção de uma relação eficiente entre a teoria e a prática, que poderia garantir a aprendizagem dos estudantes a partir de críticas e investigações reflexivas sobre a realidade. Porém, ressalta-se que o termo “interdisciplinaridade” é polissêmico e propostas de classificação já foram criadas para conceitos como disciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade (OECD, 1972; Klein, 1990; Nissani, 1997; Nikitina, 2006). Nesse complexo cenário de classificação existente, consideramos que uma atividade interdisciplinar ocorre quando ela incorpora os conhecimentos de várias especialidades, conseguindo empregar instrumentos e técnicas metodológicas das diferentes disciplinas, além de utilizar esquemas conceituais e análises dos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem (Japiassu, 1976).

Para o Ministério da Educação (MEC) a interdisciplinaridade ocorre a partir de um processo de troca e cooperação de docentes e alunos, na articulação e integração dos conhecimentos disciplinares, ao se abordar um determinado tópico, tema, objeto de estudo ou cenário de investigação (Brasil, 1998). Segundo as novas *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* (Resolução CNE/CEB Nº 2, de 30 de janeiro 2012) o currículo deve contemplar as quatro áreas do conhecimento (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas) com uma abordagem metodológica que evidencie a contextualização e a interdisciplinaridade entre esses diferentes campos do saber.

O MEC, no ano de 2009, lançou o programa “Ensino Médio Inovador” (ProEMI), com o objetivo de induzir a reestruturação dos currículos das escolas do ensino médio, prioritariamente àquelas escolas que pertencem às redes estaduais. A nova estrutura curricular preconizada pelo ProEMI deve, dentre outros aspectos, privilegiar a interdisciplinaridade através da promoção de atividades de ensino e aprendizagem que integrem os eixos constituintes do

ensino médio, ou seja, “o trabalho, a ciência, a tecnologia e a cultura” (BRASIL, 2014). O ProEMI estabelece um conjunto de condições básicas para este “Redesenho Curricular” e, dentre elas, destaca-se o desenvolvimento de atividades teóricas e práticas nos laboratórios de ciências que possam potencializar aprendizagens nas diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2013).

Atualmente, mais de cinco mil escolas já adotaram o ProEMI em todo o Brasil e cerca de 54 escolas já adotaram o programa no Estado do Rio de Janeiro. Esses dados foram obtidos no PDE interativo do MEC (<http://pdeinterativo.mec.gov.br/>) e através de contatos via e-mail com a Coordenação Geral de Ensino Médio (COEM) do próprio MEC. Dentro desse cenário, a utilização de estratégias de ensino como a “Aprendizagem Baseada em Problemas” (ABP ou PBL de *Problem-Based Learning*) e a “Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos” (*Case Study*) em sinergia com o uso do Laboratório de Ensino de Química ou Ciências das escolas, possibilita um grande potencial de integração e articulação entre diferentes áreas do saber (Llorens-Molina, 2010; Lopes et al., 2011; Azer et al., 2013). Tanto a ABP quanto o Estudo de Casos, uma variação da primeira, são estratégias pedagógicas que enfatizam o aprendizado autogerido, centrado no estudante (Sá, e Queiroz, 2010), sendo este o principal responsável por seu aprendizado e tornando-se, nesse tipo de metodologia ativa de ensino, o foco do processo de aprendizagem.

Nessas metodologias de ensino os estudantes aprendem através da resolução de cenários investigativos ou situações problemas, atuando em grupos colaborativos de aprendizagem e com a ação do professor como um orientador do processo de aprendizagem. Os estudantes se defrontam com uma situação-problema e o processo de aprendizagem tem o seu início a partir de três questões primordiais: O que nós já sabemos sobre o problema apresentado? O que nós precisamos saber? De que forma podemos encontrar as informações necessárias? Nesse contexto, ocorrem ciclos de aprendizagem envolvendo atividades entre alunos e professores (Torp e Sage, 2002; Kain, 2003; Hmelo-Silver, 2004).

A ABP e os casos investigativos apresentam potencial para fomentar uma abordagem interdisciplinar para alunos do Ensino Médio (Torp e Sage, 2002; Lambros, 2004). Importante ressaltar que essas metodologias podem ser empregadas em momentos pontuais e estratégicos ao longo do ano letivo ou

podem ser empregadas para estruturar completamente um currículo (Neville e Norman, 2007; Lopes et al., 2011; Azer et al., 2013). Nesse sentido, indo ao encontro do que é preconizado pelo ProEMI, há a possibilidade de implantação de “currículos híbridos” que, além de permitir processos de ensino e aprendizagem interdisciplinares, também permite que o currículo passe por uma mudança gradual e eficiente de um modelo centrado no ensino tradicional para um modelo centrado na Aprendizagem Baseada em Problemas (Moesby, 2009; Carrio et al., 2011; Lian e He, 2013). Porém, é fundamental a capacitação dos professores da Educação Básica para o emprego eficiente dessa metodologia de ensino nas escolas brasileiras (Silva-Filho et al., 2010).

A melhoria da formação inicial e continuada de professores também se aplica no cenário de reestruturação de currículos para o Ensino Médio, uma vez que discussões acerca da baixa qualidade da formação de docentes vêm ganhando espaço nos últimos anos no Brasil (Massena e Monteiro, 2011) e em países da Europa e nos Estados Unidos (Garm e Karlsen, 2004; Kotthagen et al., 2006; Futrell, 2010). No Brasil, por exemplo, o estudo lançado pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), intitulado de *Professores no Brasil: Impasses e Desafios* (Gatti e Barreto, 2009), mostra que a maioria dos mais de dois milhões e cem mil professores da Educação Básica no Brasil enfrenta dois problemas cruciais: baixos salários e formação deficiente. Assim, além do desenvolvimento necessário de uma política de aumento salarial e valorização do magistério, faz-se necessário repensar e intervir na formação inicial e continuada dos docentes, visto que esses processos não apresentam uma qualidade satisfatória, possuindo currículos que estão distantes das questões relacionadas com a prática profissional, dos seus fundamentos metodológicos e das formas de trabalho em sala de aula (Gatti e Barreto, 2009).

Considerando o cenário exposto, o presente artigo apresenta resultados obtidos de um projeto de implantação da Aprendizagem Baseada em Problemas em um Centro Integrado de Educação Pública (CIEP), uma escola localizada no bairro de Santa Cruz no município do Rio de Janeiro. Apresentamos o levantamento realizado por professores da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro do potencial de uma prática de *Volumetria*, desenvolvida no contexto de aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas, para fomentar o ensino

interdisciplinar na área de química, verificando-se o potencial desta estratégia para abrangência em outras áreas do ensino.

5.2.2 Procedimentos Metodológicos

O trabalho foi desenvolvido através de um processo colaborativo e solidário com quatorze professores que atuam no Ensino de Ciências em turmas do Ensino Médio da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro e que, portanto, já devem abordar os temas relacionados a química, biologia e física, dentro de um contexto interdisciplinar. Os docentes participavam como alunos de um curso de atualização intitulado de “*Metodologias Ativas de Ensino e Interdisciplinaridade*”.

O curso foi composto por uma parte presencial, que aconteceu aos sábados entre os meses de maio e julho de 2012, e uma parte *online*, desenvolvida na plataforma Moodle® (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*). O curso abordou os seguintes tópicos: a) os fundamentos das metodologias ativas de ensino; b) a elaboração de problemas ou casos investigativos; c) a função/papel dos professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem; d) a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação no contexto das metodologias ativas de ensino e; e) a interdisciplinaridade e a integração curricular promovida por essas metodologias.

Todos os participantes foram voluntários e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa, que foi aprovada em uma Comissão de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (CEP).

5.2.2.1 O Caso Investigativo

No segundo capítulo do livro “Estudos de Casos no Ensino de Química” (Sá e Queiroz, 2010), são apresentados aspectos importantes para a elaboração de um caso investigativo, tais como: 1) a utilidade pedagógica para os estudantes e para o curso no qual ele será aplicado; 2) um caso deve tratar de questões atuais e despertar o interesse dos alunos; 3) os casos não devem possuir enunciados muito longos para evitar uma análise tediosa do problema apresentado; e 4) os casos devem ser fundamentados em questões controversas e forçar a tomada de decisões.

Aos docentes matriculados no curso de atualização foi apresentada uma proposta de caso investigativo intitulado de "*Acidez de refrigerantes - Para quê?*", que segue abaixo.

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 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 à 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.

Na resolução do caso investigativo, os alunos do curso foram divididos em pequenos grupos e as questões acima apontadas foram abordadas em ciclos de aprendizagem, de acordo com a estrutura metodológica da Aprendizagem Baseada em Problemas descrita na literatura (Lambros; Hmelo-Silver, 2004; Llorens-Molina, 2010; Lopes et al., 2011), na qual os aprendizes buscam métodos de obter as informações necessárias à resolução do problema, alternando discussões em grupo e momentos individuais de pesquisa. Nesse contexto, os coordenadores do curso, assumindo o papel do professor orientador/colaborador – característico de metodologias como a ABP, direcionaram as discussões para que fosse realizada uma prática de *Volumetria* com o intuito de comparar a quantidade de ácido

existente na Coca-Cola® e a quantidade de ácido em outros refrigerantes. Os escolhidos foram o Guaraná e a Fanta® de sabor laranja.

5.2.2.2 Informações Básicas Sobre a Técnica da Volumetria

A técnica da *Volumetria* consiste em utilizar uma *reação de neutralização* entre um ácido e uma base. Se conhecermos a quantidade de base utilizada para neutralizar o ácido, podemos determinar 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.

A volumetria é uma técnica que pode ser realizada com facilidade em um laboratório escolar de ciências. Ademais, 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 é “disparar” um processo no qual os professores possam explorar o potencial do caso apresentado e da prática executada na integração de conhecimentos das disciplinas que compõe o currículo do ensino médio.

5.2.2.3 Procedimentos Para a Determinação da Acidez dos Refrigerantes

Os reagentes necessários para essa prática são de fácil preparo em um laboratório escolar. Vale ressaltar que a intenção da prática realizada, assim como do presente artigo, foi e é o de refletir com professores de diferentes disciplinas a forma como uma prática de laboratório, aplicada no contexto do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas, é capaz de promover o ensino interdisciplinar. Portanto, os detalhes técnicos da descrição do procedimento da prática 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 mol L⁻¹, foi preparada por um técnico de laboratório e colocada cuidadosamente numa bureta com o auxílio de um béquer. Foi ressaltado que 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 100 ml 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. Foi possível recordar a brincadeira do "Sangue do Diabo" com os docentes, muito comum em tempos idos e que usa a fenolftaleína como um dos seus reagentes.

4) Para a realização da prática, cerca de duzentos mililitros de cada amostra de refrigerante foi levemente aquecida no micro-ondas para acelerar a retirada do CO_2 . Posteriormente, o refrigerante ficou em descanso por vinte e quatro horas, a temperatura ambiente em frascos abertos. A retirada do CO_2 se fez necessária para que fosse eliminada 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 o volume de cada solução para cerca de 100 ml com água destilada; (ii) 3 gotas do indicador (fenolftaleína) foram adicionadas a cada solução contendo refrigerante (amostras); (iii) acrescentou-se a solução reagente de $NaOH \text{ } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ 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.

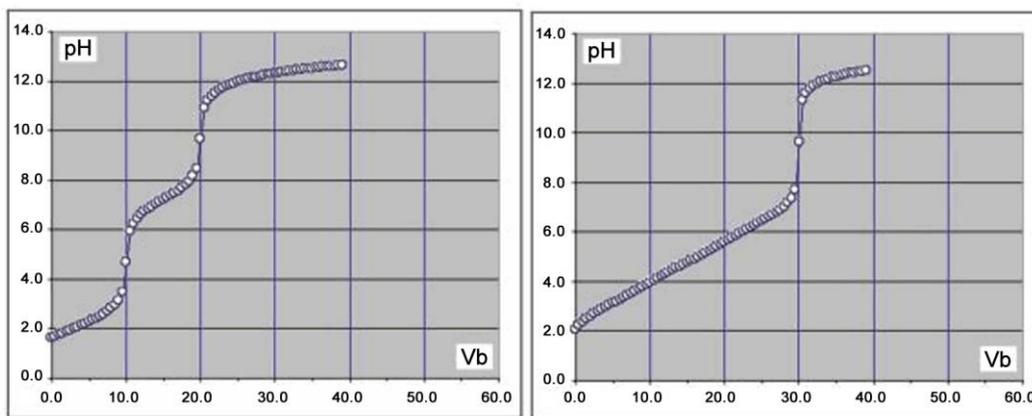
Os professores iniciaram o trabalho prático de modo individual com a solução de NaOH padronizada, o guaraná e a Fanta®, de modo que a *faixa ou zona de viragem* fosse de fácil visualização por todos. Porém, uma nova questão foi levantada pelos docentes: "*Como iremos fazer com a Coca-Cola®? Não vai ser fácil ver a viragem!*". Assim, 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, e o eletrodo do potenciômetro, como funciona? Esse conceito irá demandar questões bem mais complexas de *Eletroquímica*, que podem ser exploradas em outras aulas de Química. Assim, evidencia-se que a integração dos conhecimentos não irá terminar, por exemplo, quando da apresentação de relatórios pelos alunos (ou no caso professores), podendo essa integração ser desenvolvida em outros momentos no decorrer do ano letivo.

5.2.3 Resultados e Discussão

5.2.3.1 Comparação da Acidez das Amostras de Refrigerantes

A leitura da composição dos refrigerantes mostrou que os produtores da Coca-Cola® usam um tipo de acidulante registrado pelo código INS 338. No link da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivo.htm>), que traz informações sobre o Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares, observou-se que aquele aditivo é o ácido fosfórico, representado pela fórmula química H_3PO_4 . Naquele mesmo link verificamos que o acidulante dos outros dois refrigerantes possui o código INS 330, tratando-se do ácido cítrico, de fórmula química $C_6H_8O_7$.

Aos docentes, alunos do curso, apresentou-se como recurso auxiliar de aprendizagem, um artigo do Boletim da Sociedade Portuguesa de Química que apresenta as curvas de titulação do ácido fosfórico e ácido cítrico com uma base forte como é o NaOH (Pereira, 2010). Os dois ácidos são tripróticos, ou seja, possuem 3 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 (Figura 1): o ácido fosfórico apresentaria dois hidrogênios ácidos neutralizados e o ácido cítrico teria três hidrogênios ácidos neutralizados.



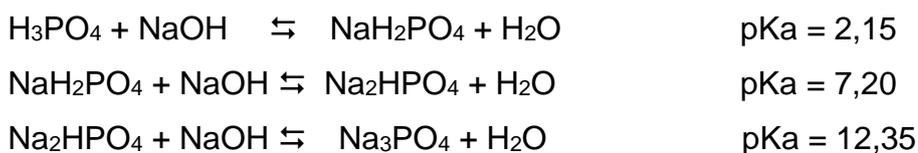
(A) - ácido fosfórico [pK's = 2.15, 7.20, 12.35]

(B) - ácido cítrico [pK's = 3.13, 4.76, 6.40]

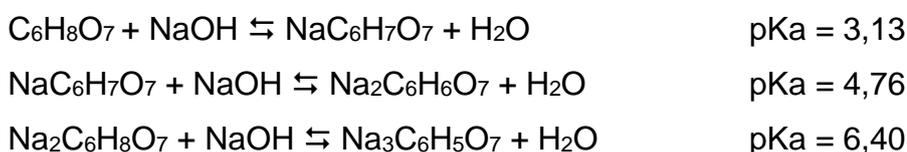
Figura 2 - Curvas de titulação previstas para a reação de um ácido triprótico com base forte (MOH): casos do (A) ácido fosfórico e (B) ácido cítrico (indicação do valor das constantes utilizadas em casa caso). Extraído de Pereira (Pereira, 2010)

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. As equações químicas envolvidas são:

Ácido Fosfórico - H_3PO_4

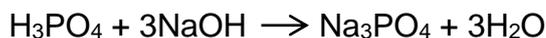


Ácido Cítrico - $C_6H_8O_7$

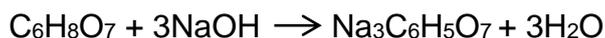


Para realizar os cálculos, considerou-se a concentração em quantidade de matéria da base NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, além da massa molar dos dois ácidos: cítrico = 192 g mol^{-1} e fosfórico = 98 g mol^{-1} , assim como as proporções estequiométricas das reações balanceadas, que se apresentam abaixo:

Ácido fosfórico:



Ácido cítrico:



Portanto, ao atingir o *ponto de equivalência* ou *ponto estequiométrico* da reação, a quantidade de matéria da base titulante terá neutralizado toda quantidade de matéria do ácido titulado presente nas amostras. Se assumirmos que o “ponto de viragem”, dado pelo indicador fenolftaleína, equivale com precisão satisfatória ao momento no qual a reação atinge o *ponto de equivalência*, os cálculos podem ser conduzidos como se segue.

Portanto, ao atingir o *ponto de equivalência* ou *ponto estequiométrico* da reação, a quantidade de matéria da base titulante terá neutralizado toda quantidade de matéria do ácido titulado presente nas amostras. Se assumirmos que o “ponto de viragem”, dado pelo indicador fenolftaleína, equivale com precisão satisfatória ao momento no qual a reação atinge o *ponto de equivalência*, os cálculos podem ser conduzidos como se segue.

Como consideramos os volumes gastos de NaOH para uma titulação completa de cada amostra, foi possível calcular as concentrações de cada ácido em gramas por 100 mL de refrigerante. Para tanto, dada a proporção estequiométrica das reações de neutralização balanceadas, utilizamos a relação $n = cV$, onde **n** representa *quantidade de matéria* (expressa pela unidade mol), **c** representa *concentração expressa como a razão entre a quantidade de matéria e o volume* (na unidade mol L^{-1}) e **V** o *volume em litros* (expresso em L). Evitamos o uso do termo “molar” ao nos referirmos à unidade mol L^{-1} , devendo o mesmo ficar restrito a situações em que se quer expressar uma grandeza por unidade de quantidade de matéria como, por exemplo, a massa molar de uma substância, que é expressa através da unidade g/mol (Silva e Rocha-Filho, 1995).

O volume gasto e a concentração da solução de NaOH foram aplicados na equação $n = cV$. Assim, foi possível determinar a quantidade de matéria contida no volume gasto de base para neutralização de cada amostra de refrigerante. Tais resultados, através das proporções estequiométricas e considerando a massa molar de cada ácido, possibilitaram a determinação da quantidade de matéria do ácido em cada uma das amostras analisadas. Os valores foram ajustados para que as quantidades totais de ácido presente nas amostras fossem expressas em g/100 ml. Os resultados obtidos são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 4: Comparação de acidez entre amostras de refrigerantes

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.*

Os resultados da análise situam a Coca-Cola® como 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 a *força do ácido* utilizado como acidulante em cada amostra de refrigerante analisada. Como mostra a figura 1, o pKa que indica o pH onde temos 50% de ionização, do primeiro hidrogênio ionizável de cada ácido, mostra que este íon é mais ionizado no ácido fosfórico (pKa = 2,15) do que no ácido cítrico (pKa = 3,13), baixando mais o pH, como foi observado em nossos resultados.

A diferença no tipo de ácido utilizado como acidulante na composição dos refrigerantes analisados também pode apontar um caminho na abordagem do caso investigativo proposto. Muitas manchas de sujeira 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 (Osorio e Oliveira, 2001). 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, pois atuam como agentes sequestrantes, formando complexos estáveis e solúveis com os cátions causadores de dureza da água (Osorio e Oliveira, 2001).

5.2.3.2 Levantamento do Potencial Interdisciplinar

Empregamos duas ferramentas de interatividade da plataforma Moodle®, a *sala de tutoria* e o *fórum de discussão*, para ser realizado um levantamento do potencial do caso investigativo apresentado e da atividade prática para integrar conhecimentos de diferentes áreas. Adicionalmente, foi indicado aos professores que faziam o curso de atualização 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: <http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>.

Essa abordagem permitiu um trabalho cooperativo entre os participantes, que desse modo determinaram os conteúdos de cada disciplina que poderiam ser abordados a partir da prática de volumetria. O processo foi construído utilizando a estrutura dos *ciclos de aprendizagem* da ABP. Assim, os docentes trabalharam em dois momentos distintos: *momentos de pesquisa individual*, nos quais cada professor pesquisava os conteúdos do *currículo mínimo* que poderiam ser contemplados com a aplicação do caso e registravam suas conclusões na Plataforma Moodle®, e *momentos presenciais*, onde os docentes se reuniam em um grupo de discussão. Nesses encontros, os participantes utilizavam os registros para chegarem a conclusões em trabalho colaborativo.

No último encontro presencial foi construída uma estrutura representativa dos conhecimentos das diferentes disciplinas que poderiam ser explorados a partir do caso investigativo apresentado e da atividade prática de volumetria realizada para a determinação da acidez dos três refrigerantes (figura 3). A figura apresenta os conteúdos que podem ser contemplados com o Caso Investigativo segundo a percepção dos 14 professores que participaram do curso. Sobre ela destacamos dois pontos: i) a opção da construção da Figura numa estrutura em forma de “teia de aranha” para indicar que não há uma hierarquia entre as disciplinas que compõem a organização curricular do Ensino Médio e ii) a integração proposta na figura não restringe a articulação de outros conteúdos. Em Química, por exemplo, conceitos importantes como mol, quantidade de matéria, estequiometria, força de ácidos e diluição podem ser explorados com o caso investigativo apresentado.



Figura 3 - 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.

Conforme as orientações para o Projeto de Redesenho Curricular (PRC) do ProEMI (BRASIL, 2013), poder-se-á estruturar o currículo em ações interdisciplinares de modo que nos três primeiros anos a escola promoverá a discussão e a elaboração gradativa de um novo currículo e o quarto ano será destinado à sua consolidação. Portanto, voltando à menção 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 caso investigativo sobre a “Acidez de Refrigerantes”.

De acordo com a análise realizada em conjunto com os professores, esse cenário pode ser trabalhado durante uma ou duas semanas, com a inclusão de aulas ou experimentos práticos no laboratório para gerar dados importantes a serem empregados na resolução do problema apresentado aos estudantes. Posteriormente, nas semanas subsequentes que compõem o bimestre, os professores de cada disciplina do currículo podem trabalhar seus conteúdos específicos, contextualizando-os em relação ao problema que foi apresentado e resolvido pelos estudantes.

É importante também ressaltar que métodos como o uso de casos investigativos e a ABP, integrando-as com o uso do laboratório escolar, podem ter um papel relevante nas escolas, constituindo o laboratório de aulas práticas um espaço de maior integração entre o ensino experimental e o ensino teórico, tornando a aprendizagem mais interessante, motivadora e acessível aos estudantes (Borges, 2002; Llorens-Molina, 2010; Lopes et al., 2011). Os nossos resultados, construídos com a participação ativa dos professores da Rede Pública do Estado do Rio de Janeiro, também reforçam a ideia de que a resolução de problemas pode vir a ser uma estratégia eficiente para promover o ensino interdisciplinar, uma vez que a análise e a resolução de problemas da vida real, tais como a poluição das águas, de doenças como a AIDS na África ou análise de alimentos (como neste artigo), envolvem o emprego de conhecimentos e formas de pensar de várias disciplinas (Nikitina, 2006; Kain, 2003).

6 DISCUSSÃO GERAL

Embora o ensino tradicional ainda seja possivelmente a prática dominante em nossas escolas (Leão, 1999; Rosa et al., 2012; Fidalgo-Neto et al., 2013), concepções construtivistas-cognitivistas de ensino já têm dominado o discurso pedagógico nas últimas décadas (Moreira et al., 1997; Vasconcelos et al., 2003). Tal propensão vem sendo apresentada também em documentos orientadores e diretrizes curriculares do MEC. Essas diretrizes preconizam como princípio pedagógico a utilização e o desenvolvimento de propostas de ensino que priorizem a aprendizagem contextual, a resolução de problemas e a pesquisa. Nesse contexto, além de possibilitarem a integração de conhecimentos curriculares, tais diretrizes inserem o estudante como protagonista na investigação e na busca de respostas na construção do conhecimento (BRASIL, 2010; BRASIL, 2012).

Na presente dissertação, foram apresentados os fundamentos e as características que podem tornar o uso da ABP e de Casos Investigativos como estratégias de grande utilidade para a reestruturação curricular do Ensino Médio. Ademais, relatou-se, através de um processo de formação continuada de professores do Ensino Médio, como um caso investigativo pode ser capaz de disparar um processo de integração curricular e de ensino interdisciplinar no ensino médio. A partir de agora, apontar-se-á uma proposta inicial de aplicação da ABP no Ensino Médio público, com base nas condições organizacionais e pedagógicas vigentes de uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro.

6.1 Uma Proposta para o Ensino Médio

Por suas características básicas a ABP tem uma abordagem distinta do ensino tradicional para favorecer a aprendizagem dos alunos (Hung, 2009). Currículos que utilizam a ABP exigem uma organização estrutural típica, que difere, em muitos aspectos, do modelo observado na grande maioria de nossas escolas, notadamente na Educação Básica da Rede Pública. Diana Wood (2003) destaca que uma construção de currículos baseados na ABP tem determinadas implicações, relacionadas a recursos tanto de pessoal como de ensino-aprendizagem. Isso envolve uma abordagem diferente para horários, carga de trabalho e métodos de avaliação. Ademais, devido aos fundamentos pedagógicos desta estratégia de

ensino, os grupos de estudo são pequenos e exigem um menor número de alunos (Carrera et al., 2003). Tal condição, nos mostra a experiência, não é a realidade das turmas regulares de Ensino Médio em instituições da Rede Estadual de Ensino.

Em relação aos recursos, estes podem constituir outro obstáculo ao desenvolvimento de um currículo integralmente baseado na ABP no Ensino Médio. Ao responderem questões sobre práticas interdisciplinares, professores da Rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro consideraram a estrutura física e organizacional das escolas inadequada para tais práticas (Fidalgo-Neto et al., 2013). Aliados a essas condições de infraestrutura das escolas públicas, a organização do horário em “tempos de aula” e a estrutura curricular em disciplinas isoladas dificultam a implementação de modelos curriculares que utilizam a ABP integralmente. Desse modo, planejamentos nesse sentido implicariam em questões de políticas públicas e investimento financeiro, exigindo uma profunda mudança em longo prazo.

Entretanto, de acordo com Yakun Wu (2006), existem preceitos comuns da ABP que são utilizados por todas as metodologias oriundas dessa técnica. Entre tais preceitos estão o uso de problemas da “vida real”, abordando conteúdos que atravessam a fronteira entre disciplinas; a ênfase no estudo auto-dirigido; o foco do processo ensino-aprendizagem no estudante; o professor como orientador; o desenvolvimento de outras habilidades além da aquisição de conteúdos. Autores defendem que tais fundamentos presentes nessas variações, como o Estudo de Casos Investigativos, podem ser aplicados em momentos pontuais ao longo de um ano letivo (Neville e Norman, 2007; Azer et al., 2013), não necessitando do currículo estar totalmente estruturado na ABP.

6.1.1 O Modelo Híbrido Como Alternativa

Um modelo que utiliza tanto os preceitos da ABP quanto fundamentos do ensino tradicional, entre eles aulas expositivas e processos de avaliação que também abrangem a aplicação de testes e provas convencionais (Wu, 2006), ficou conhecido como *Modelo Híbrido*. Nos últimos anos, pesquisas estão sendo desenvolvidas com esse modelo, notadamente no ensino superior (Wu, 2006; Carrió et al., 2011; Samarasekera e Karunathilake, 2011; Lian e He, 2013). Muitas escolas de Medicina e Saúde incorporam o *Modelo Híbrido* devido a limitações de recursos para

proporcionar uma adoção de um currículo integralmente baseado na ABP (Samarasekera e Karunathilake, 2011).

Estudos sobre *modelo híbrido* em cursos superiores apontam para uma maior eficácia na aprendizagem dos estudantes em comparação com o modelo tradicional (Carrió et al., 2011). O modelo híbrido tem também mostrado facilitar a aquisição de outras habilidades profissionais, que não a simples aquisição de conteúdos, como maior capacidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos e a capacidade de trabalhar em equipe (Samarasekera e Karunathilake, 2011). Os resultados de outra análise indicam que a utilização do *Modelo Híbrido* foi eficiente em desenvolver nos estudantes a capacidade de pensamento crítico, a melhoria na comunicação verbal e escrita, além da habilidade de trabalhar em grupo (Wu, 2006). Essas habilidades revelam ser mais difíceis de serem obtidas pelos alunos com currículos no modelo tradicional (Carrió et al., 2011).

Um estudo recente, com estudantes chineses de um curso de medicina, analisou a percepção e o desempenho dos participantes em uma comparação entre o *modelo híbrido* e o modelo tradicional de ensino (Lian e He, 2013). Segundo os autores, os resultados confirmam pesquisas anteriores e mostram um melhor desempenho nos exames escritos por parte dos estudantes que utilizaram o *Modelo Híbrido*. Em relação à percepção dos participantes, os resultados apontam que estes preferem o *Modelo Híbrido* em detrimento do tradicional (Lian e He, 2013).

Destaca-se que na implementação de um *Modelo Híbrido* devem ser observadas as dificuldades de adaptação aos novos papéis exigidos pelas características da ABP, tanto de estudantes como de professores (Wu, 2006; Samarasekera e Karunathilake, 2011). Assim, de modo a mitigar tais impasses existentes no período de adaptação, poder-se-ia utilizar problemas que não necessitem de um período muito longo para uma conclusão. No processo, o professor insere aulas expositivas para abordar assuntos mais complexos ou considerados fundamentais para a resolução do problema (Wu, 2006). No contexto brasileiro, destacam-se também as considerações finais do estudo de Fidalgo e colaboradores (Fidalgo-Neto et al., 2013) que sugerem que a aplicação da ABP e de casos investigativos devem ser introduzidas para a transformação e aperfeiçoamento da formação inicial e continuada de professores no Brasil. Os autores acreditam que uma vez que os futuros professores tenham vivenciado experiências com essas metodologias, em sua formação, os mesmos possam ter

menos resistência e desenvolver maiores competências para aplicá-las corretamente nas escolas.

O professor Egon Moesby da Universidade de Aalborg (Dinamarca) ressalta que quando uma instituição educacional possui a intenção de implantar um novo modelo de ensino e aprendizagem, tais como aqueles centrados em desenvolvimento de projetos ou de resolução de problemas, muitos desafios relacionados com questões práticas surgem (Moesby, 2009). Nesse sentido, o autor afirma que o primeiro desafio é colocar em prática o modelo proposto; o segundo, classificado como mais difícil e trabalhoso, é lidar com a resistência das pessoas à mudança. Portanto, para instituir de forma bem sucedida a mudança de um modelo tradicional para um modelo baseado em ABP, é fundamental expor as intenções, o processo, as expectativas, o comprometimento que se espera dos professores e de outros agentes envolvidos, assim como apresentar os possíveis benefícios que a comunidade escolar ou acadêmica irá obter e estabelecer prazos para que todas as mudanças sejam concretizadas (Moesby, 2009, p. 43). Um exemplo de como uma profunda mudança de paradigma educacional pode exigir um longo tempo de trabalho seja o da *Sammamish High School*¹, uma escola pública situada próxima a Seattle (EUA) que, ao longo de um período de transição de cinco anos, substituiu completamente o ensino tradicional pela ABP².

Considerando que currículos híbridos são capazes de permitir que o currículo passe por uma mudança gradual e eficiente de um modelo centrado no ensino tradicional para um modelo centrado na ABP (Moesby, 2009; Lopes, et al., 2015), propõem-se para a implantação de um Modelo Híbrido Curricular para o Ensino Médio o emprego dos fundamentos básicos da ABP através do Estudo de Casos Investigativos. Casos investigativos ou Estudos de Casos se adaptam a diversos contextos educacionais. A resolução dos casos, que podem ser elaborados com complexidade variável, oferece a possibilidade dos alunos direcionarem a sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos de situações reais ou simuladas (Sá e Queiroz, 2010).

6.1.2 Os Casos Investigativos no Contexto da Proposta

Partimos da lógica de um “Projeto de Estudo de Casos Investigativos” com um número variado de disciplinas envolvidas. Como não estamos considerando

¹ <http://www.bsd405.org/sammamish/>

² <http://www.edutopia.org/sammamish-problem-based-learning-school-reform>

um planejamento global, tampouco um currículo que esteja baseado integralmente na ABP, o número de disciplinas envolvidas vai depender exclusivamente da disponibilidade dos professores de cada área. Desse modo, observando-se os fundamentos expostos nos capítulos anteriores, os casos devem ser construídos em conjunto ou validados pelos professores das disciplinas que farão parte do projeto.

Os temas dos casos devem ser transversais, proporcionar a articulação entre as disciplinas, e devem priorizar o que Gagliardi (1986) chamou de *conceitos estruturantes*. Esses, segundo o autor, são conceitos que transformam a estrutura cognitiva de modo a permitir a inclusão de uma extensa gama de outros conhecimentos. Sob a ótica da teoria de Ausubel, os conceitos estruturantes estão relacionados a *subsunções* com grande poder de inclusão na ancoragem de novos conhecimentos. Para ilustrar a ideia de conceito estruturante, podemos recorrer a famosa frase de Theodosius Dobzhansky: “nada em biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução” (Dobzhansky, 1973). Assim, o conceito de evolução é um conceito estruturante em Biologia, capaz de facilitar o entendimento de outros conceitos.

De acordo com nossos resultados, cada bimestre do ano letivo poderia ser iniciado com um caso investigativo. Durante a resolução de cada caso, os estudantes seguiriam o modelo de *ciclos de aprendizagem* para trabalharem no processo. Nesse período de resolução dos casos, os “tempos” de aula das disciplinas envolvidas no projeto são usados para os momentos de discussão em grupo (primeiro e terceiro momento do *ciclo de aprendizagem*).

Os professores de cada disciplina podem intercalar durante seus horários de aula os momentos de discussão em grupo com apresentação de materiais de apoio ou palestras sobre temas relevantes. O segundo momento do ciclo (estudo autodirigido) se dá ao longo dos períodos entre as aulas das disciplinas que fazem parte do projeto, na biblioteca, em casa etc. Após a resolução do caso investigativo, que pode durar duas semanas, os professores abordam os conteúdos do currículo de suas respectivas disciplinas relacionados direta ou indiretamente com o tema do caso durante todo restante do bimestre. Desse modo, com casos curtos, acreditamos, além de facilitar a adaptação tanto dos estudantes como dos docentes, evitar mudanças profundas no planejamento da escola que poderiam dificultar a aplicação efetiva da proposta.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo com a produção do material de apoio exposto no primeiro capítulo desse trabalho foi o de apresentar a ABP ao professor da Educação Básica. Expondo e discutindo a terminologia dessa abordagem instrucional e de organização curricular, tencionamos aproximar o docente daquele segmento de ensino dos principais fundamentos teóricos que norteiam a ABP. Para tanto, utilizamos comparações dos principais aspectos da ABP com o modelo denominado de “ensino tradicional”, por ser este um modelo predominante e bem conhecido em nossas escolas, que, segundo os indicadores de qualidade da educação, têm se demonstrado pouco eficazes em garantir a aprendizagem dos estudantes.

Fundamentados em uma proposta interdisciplinar e contextualizada na realidade, apresentamos os princípios basilares da ABP e suas variações como importantes aliados na promoção da *aprendizagem significativa* e de um ensino conectado com a experiência de vida do estudante. Contudo, isso não representa uma defesa do abandono e condenação total das aulas expositivas e mesmo de aspectos avaliativos como exames do tipo “prova escrita”. Este último, inclusive, constitui-se no principal meio de avaliação dos indicadores citados acima (PISA e Enem). O mesmo tipo de avaliação é utilizado em concursos de admissão em grande parte das instituições, tanto para cursar o Ensino Superior, quanto para exercer atividades profissionais. Essas estratégias tradicionais, dentre elas aulas expositivas, estão presentes na abordagem do *modelo híbrido* descrito em nossa proposta para o Ensino Médio.

Acreditamos que a ABP poderia, em longo prazo, fundamentar todo um processo de reestruturação do currículo do Ensino Médio no Brasil. Não obstante, não defendemos aqui uma mudança radical e, logicamente, utópica do modelo atual de ensino, dadas a organização e infraestrutura que regem o funcionamento das instituições escolares. Como destacamos na seção anterior, existem variações da técnica que utilizam os mesmos princípios. Muitos autores defendem que essas metodologias podem ser empregadas em momentos pontuais e estratégicos ao longo do ano e é nessa perspectiva que destacamos o Estudo de Casos Investigativos como metodologia que pode ser utilizada sem que, necessariamente,

haja um currículo totalmente organizado na ABP. O emprego de casos investigativos e problemas como estratégia de integração curricular já é bastante difundido nos Cursos de Ensino Superior, como aqueles dos campos da Saúde Pública ou Engenharia (Dahlgren e Dahlgren, 2002; Dochy et al., 2003; Polyzois et al., 2010) e também vem sendo aumentado o número de publicações referentes ao uso da ABP na Educação Básica (Azer; Wong e Day, 2009; Yeung, 2010; Lopes et al., 2011; Tseng et al., 2012). Entretanto, ainda se faz necessário o desenvolvimento de novos projetos que envolvam a implantação dessas metodologias ativas em escolas públicas, a avaliação dos resultados obtidos e a capacitação de docentes para atuarem com essas estratégias de ensino e aprendizagem nas escolas brasileiras.

O estudo que conduzimos para demonstrar a aplicabilidade de um caso investigativo no Ensino Médio aponta que tais casos podem ser aplicados no contexto curricular e estrutural de nosso sistema educacional. Ademais, essa abordagem pode se estender ao longo de todo ano letivo se for organizada nos moldes do *modelo híbrido*. Entendemos que a aplicação dos fundamentos da ABP na Educação básica, tendo em vista a questão de uma formação continuada de professores nesse sentido, torna-se, portanto, possível em nossas escolas, ainda que não exista uma organização curricular integralmente estruturada com base naquela metodologia.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

A proposta apresentada aqui está direcionada para o Ensino Médio de uma escola da Rede Pública Estadual, localizada na zona oeste do Estado do Rio de Janeiro. No local se desenvolve o projeto “A Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Médio do Rio de Janeiro”, que deu origem a esse trabalho. Logicamente, a questão da formação continuada de docentes é pertinente à proposta, já que estes, em sua maioria, desconhecem metodologias como a ABP. Nesse sentido, além do material que apresentamos no primeiro capítulo da presente dissertação, o projeto citado acima conta com um curso de Atualização em Metodologias Ativas de Ensino para os professores da escola.

Poucos trabalhos sobre metodologias que utilizam os fundamentos da ABP no Ensino Médio foram publicados no Brasil. Pesquisas futuras são necessárias para enriquecermos a discussão sobre a eficácia do método em facilitar a aprendizagem dos estudantes da rede pública estadual. Aspectos motivacionais, relevantes no processo ensino-aprendizagem, tanto de estudantes como de professores quando submetidos a metodologias ativas no Ensino Médio também carecem de um maior número de investigações. Esses estudos podem lançar luz a utilização de metodologias como a ABP e o Estudo de Casos Investigativos na perspectiva de redesenho curricular proposta por documentos orientadores da educação e por projetos como o ProEMI.

Nesse contexto, estudos serão conduzidos quando da aplicação da proposta que expomos, destacando a utilização de casos investigativos nos padrões do *Modelo Híbrido*. Esses trabalhos vão investigar questões de aprendizagem dos estudantes, comparando turmas submetidas ao *Modelo Híbrido* e turmas com as quais os professores trabalham apenas com o modelo tradicional. Nossa investigação também contemplará aspectos relacionados ao desenvolvimento de outras habilidades que não envolvem apenas a aquisição de conteúdo por parte dos estudantes, descritas na literatura como uma das principais vantagens de metodologias como a ABP. O trabalho soma ainda uma análise da percepção de estudantes e professores participantes sobre a utilização da metodologia. Tais estudos serão desenvolvidos na construção de uma tese de doutorado.

9 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: dez. 2013.

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.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

AZER, S.A. Problem-Based Learning in the Fifth, Sixth, and Seventh Grades: Assessment of Students' Perceptions. **Teaching and Teacher Education**, v. 25, p. 1033-1042, 2009.

AZER, S. A.; HASANATO, R.; AL-NASSAR, S.; SOMILY, A.; ALSAADI, M. M. Introducing Integrated Laboratory Classes in a PBL Curriculum: Impact on Student's Learning and Satisfaction. **Bmc Medical Education**, v. 13, p. 71, 2013.

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.

BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. Writing narrative literature reviews. **Review of General Psychology**, V. 1(3), p. 311-320, Sep 1997. <http://dx.doi.org/10.1037/1089-2680.1.3.311>

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.

BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, n. 19, p. 22, 2002.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/1998/pceb015_98.pdf. Acessado em: maio 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CEB 7/2010. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. D.O.U. de 9/7/2010.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Matriz de Referência para o Enem, 2011. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/enem/conteudo-das-provas>. Acessado em julho de 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CEB 2/2012. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar da Educação Básica 2013: Resumo Técnico. Brasília, 2014. SBN 978-85-7863-033-1.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Programa Ensino Médio Inovador: Documento Orientador, 2014. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=15134&Itemid=1071. Acessado em julho de 2015.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, 2015. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/home.seam?cid=1295926>. Acessado em julho de 2015.

CARVALHO, V. Acerca da Interdisciplinaridade: Aspectos Epistemológicos e Implicações para a Enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**. São Paulo, v. 41, n. 3, p. 500-507, 2007.

CARRERA, L. I.; TELLEZ, T. E.; D'OTTAVIO, A. E. Implementing a Problem-Based Learning Curriculum in an Argentinean Medical School: Implications for Developing Countries. **Academic Medicine**, n.8, v. 78, p. 798-801, 2003.

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.

CRONIN, P. ; RYAN, F. ; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, n. 1, v. 17, p. 38-43, 2008.

CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando Com Estratégias de Ensino-Aprendizado por Descoberta na Área da Saúde: a Problematização e a Aprendizagem Baseada em Problemas. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.20 n.3, Maio/Junho, 2004.

DAHLGREN, M. A. e DAHLGREN, L. O. Portraits of PBL: Students' Experiences of the Characteristics of Problem-Based Learning in Physiotherapy, Computer Engineering and Psychology. **Instructional Science**, n.30, p. 111-127, 2002.

DELISLE, R. **How to Use Problem-based Learning in the Classroom**. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development - ASCD, 1997.

DEWEY, J. **Democracia e Educação: Introdução à Filosofia da Educação**. São Paulo: Editora Nacional, 1979.

DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973.

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.

FIDALGO-NETO, A.A.; LOPES, R.M.; MAGALHÃES, J.C.; PIERINI, M.F.; ALVES, L.A. Interdisciplinarity and Teacher Education: The Teacher's Training of the Secondary School in Rio de Janeiro—Brazil. **Creative Education**, n. 5, p. 262-272, 2013.

FINNISH NATIONAL BOARD OF EDUCATION [Home page na Internet] Helsinki, Finlândia. Curriculum reform 2016. Disponível em: <http://www.oph.fi/search?searchtext=curriculum+reform+2016> . Acessado em julho de 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra 44ª ed., 2005.

FUTRELL, M. H. Transforming Teacher Education to Reform America's P-20 Education System. **Journal of Teacher Education**, v. 61, p. 432-440, 2010.

GAGLIARDI, R. Los Conceptos Estructurales en el Aprendizaje por Investigacion. **Enseranza de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.

GARM, N.; KARLSEN, G. E. Teacher education reform in Europe: the case of Norway; trends and tensions in a global perspective. **Teaching and Teacher Education**, v.20, n. 7, p. 731-744, 2004.

GATTI, B. A. e BARRETO, E. S. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009.

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

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.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

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, J. T. **Interdisciplinary: History, Theory, and Practice**. Detroit: Wayne State University, 1990.

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.

KOTTHAGEN, F.; LOUGHRAN, J. e RUSSELL, T. Developing Fundamental Principles for Teacher Education Programs and Practices. **Teaching and Teacher Education**, n. 22, p. 1020-1041, 2006.

LAMBROS, A. **Problem Based Learning in Middle and High School Classrooms: a Teacher's Guide to Implementation**. California: Corwin Press, 2004.

LEÃO, D.M.M. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, n. 107, p. 187-206, junho/1999.

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.

LLORENS-MOLINA, J. A. Problem Based Learning as Estrategy for Methodological Change in Laboratory Work. **Química Nova**, v. 33, n.4, p. 994-999, 2010. doi: 10.1590/s0100-40422010000400043.

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.

MASSENA, E. P.; MONTEIRO, A. M. F. D. Conceptions of Curriculum: What to Think Lecturers From Chemistry Teaching Course of the Chemistry Institute of the UFRJ. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1476-1484, 2011.

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 Adaptative System. **Teaching and Teacher Education**, v.23, p.303-313, 2007.

MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDI-DE-MENDONÇA, J. M.; MORAES-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, M. A. Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem na Formação Profissional em Saúde: Debates Atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, Rio de Janeiro: dez, 2008. ISSN 1413-8123.

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.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. E RODRÍGUEZ, M.L. In: Encuentro Internacional Sobre el Aprendizaje Significativo, 1997, Burgos, España. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos: España, 1997, p. 19-44.

MORETO, 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.

NIKITINA, S. Three Strategies for Interdisciplinary Teaching: Contextualizing, Conceptualizing and Problem-Centring. **Journal of Curriculum Studies**, n. 38, p. 251-271, 2006.

NISSANI, M. Ten Cheers for Interdisciplinarity: the Case for Interdisciplinary Knowledge and Research. **The Social Science Journal**, n. 34, p. 201-216, 1997.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981. Tradução de M.A. Moreira do original **A theory of education**. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1977.

NOVAK, J. D. Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. **Invited Papers**, v. 6, n. 3, Set.. 2010.

OECD. Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities. Washington D.C.: **OECD Publications Center**, 1972.

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

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.

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.

PISA 2012 Results in Focus: What 15-Year-Olds Know and What They Can do With What They Know, OECD, 2014.

POLYZOIS, I.; CLAFFEY, N. e MATTHEOS, N. Problem-based Learning in Academic Health Education. A Systematic Literature Review. **European Journal of Dental Education**, n. 14, p. 55-64, 2010.

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.

ROSA, C.W.; DARROZ, L.M.; MARCANTE, T.E. A Avaliação no Ensino de Física: Práticas e Concepções dos Professores. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 7, n. 2, p. 41-53, 2012. ISSN 1850-6666.

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

SAMARASEKERA, D. D.; KARUNATHILAKE, I.M. Hybrid PBL – Hub Format an Innovative Design for Effective Small Group Learning. **South-East Asian Journal of Medical Education**, v. 5, n. 1, p. 2-9, 2011.

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.

SILVA FILHO, M. V.; LOPES, R. M.; ALVES, N. G.; FIGUEIREDO, L. M. S. Como Preparar os Professores Brasileiros da Educação Básica para a Aprendizagem Baseada em Problemas? In *Anais do PBL 2010 Congresso Internacional*. São Paulo, Brasil, 8-12 de fevereiro de 2010.

STANFORD NEWS [home page na internet]. Stanford, California: Stanford University, 94305. 20 de Janeiro de 2012. Acessado em junho de 2015. Disponível em: <http://news.stanford.edu/news/2012/january/finnish-schools-reform-012012.html>. Acessado em junho de 2015.

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.

TSENG, K. H.; CHANG, C. C. e LOU, S. J. The Process, Dialogues, and Attitudes of Vocational Engineering High School Students in a Web Problem-Based Learning (WPBL) System. **Interactive Learning Environments**, n.20, p. 547-562, 2012.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de Aprendizagem e o Ensino/Aprendizagem das Ciências: da Instrução à Aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, n. 1, v. 7, p. 11-19, 2003.

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.

WU, Y. Applying a Hybrid Problem-Based Learning Method to the Teaching of Computer Programming. **The China Papers**, n.6, p. 63-66, 2006.

YEUNG, S. Problem-Based Learning for Promoting Student Learning in High School Geography. **Journal of Geography**, n. 109, p. 190-200, 2010.