

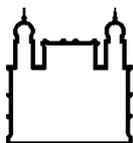
MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

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

LUIS ANTONIO DE PINHO

**CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O USO DA  
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO  
PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO**

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2017



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## **INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

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

*LUIS ANTONIO DE PINHO*

***CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O USO DA APRENDIZAGEM  
BASEADA EM PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE  
NÍVEL MÉDIO***

Tese apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Orientador:** Prof. Dr. Renato Matos Lopes

**Coorientador:** Prof. Dr. Luiz Anastacio Alves

**RIO DE JANEIRO**

Dezembro de 2017

Pinho, Luis Antonio de.

Contribuições teóricas e práticas para o uso da Aprendizagem Baseada em Problemas na educação profissional técnica de nível médio / Luis Antonio de Pinho. - Rio de Janeiro, 2017.

xv, 157 f.

Tese (Doutorado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2017.

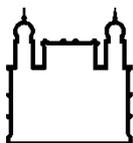
Orientador: Renato Matos Lopes.

Co-orientador: Luiz Anastácio Alves.

Bibliografia: f. 110-123

1. Aprendizagem Baseada em Problemas. 2. Educação Profissional Técnica de Nível Médio. 3. Biociências. 4. Região Norte. I. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca de Manguinhos/ICICT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## **INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

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

***AUTOR: LUIS ANTONIO DE PINHO***

**CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O USO DA APRENDIZAGEM  
BASEADA EM PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE  
NÍVEL MÉDIO**

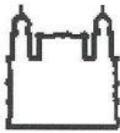
**ORIENTADORES: Prof. Dr. Renato Matos Lopes  
Prof. Dr. Luiz Anastácio Alves**

**Aprovada em: 08/12/2017**

**EXAMINADORES:**

Prof. Dr. Mauricio Roberto Motta Pinto da Luz - Presidente  
Prof. Dra. Salete Linhares Queiroz  
Prof. Dr. Antonio Augusto Fidalgo Neto  
Prof. Dr. Ricardo Francisco Waizbort - Revisor e suplente  
Prof. Dra. Manuella Villar Amado - Suplente

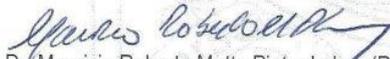
Rio de Janeiro, 08 de dezembro de 2017.



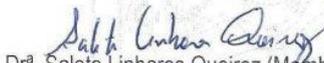
Ministério da Saúde

Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz

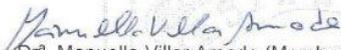
Ata da defesa de tese de doutorado em Ensino em Biociências e Saúde de **Luis Antonio de Pinho**, sob orientação do Dr. Renato Matos Lopes e coorientado pelo Dr. Luiz Anastacio Alves. Ao oitavo dia do mês de dezembro de dois mil e dezessete, realizou-se às doze horas e trinta minutos, no Auditório Maria Deane/FIOCRUZ, o exame da tese de doutorado intitulada: “**Contribuições teóricas e práticas para o uso da aprendizagem baseada em problemas na educação profissional técnica de nível médio**” No programa de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências - área de concentração: Ensino Formal em Biociências e Saúde, na linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Biociências e Saúde (F). A banca examinadora foi constituída pelos Professores: Dr. Mauricio Roberto Motta Pinto da Luz - IOC/FIOCRUZ (Presidente), Dr<sup>a</sup>. Salete Linhares Queiroz - USP/SP, Dr<sup>a</sup>. Manuella Villar Amado - IFES/ES e como suplentes: Dr. Ricardo Francisco Waizbort – IOC/FIOCRUZ e Dr. Antonio Augusto Fidalgo Neto – SENAI/RJ. Após arguir o candidato e considerando que o mesmo demonstrou capacidade no trato do tema escolhido e sistematização da apresentação dos dados, a banca examinadora pronunciou-se pela APROVAÇÃO da defesa da tese de doutorado. De acordo com o regulamento do Curso de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, a outorga do título de Doutor em Ciências está condicionada à emissão de documento comprobatório de conclusão do curso. Uma vez encerrado o exame, a Coordenadora do Programa, Dr<sup>a</sup>. Lucia de La Rocque Rodriguez, assinou a presente ata tomando ciência da decisão dos membros da banca examinadora. Rio de Janeiro, 08 de dezembro de 2017.



Dr. Mauricio Roberto Motta Pinto da Luz (Presidente da Banca):



Dr<sup>a</sup>. Salete Linhares Queiroz (Membro da Banca):



Dr<sup>a</sup>. Manuella Villar Amado (Membro da Banca):



Dr<sup>a</sup>. Lucia de La Rocque Rodriguez (Coordenadora do Programa):

Para a Voinha, que com tanto amor me despertou o gosto pela leitura e pelo conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa Luciana e ao meu filho Rafael, por me apoiarem, suportarem algumas ausências e me amarem profundamente. Aos meus pais, Paulo e Iracema, meu irmão Bruno, minha avó Mafalda (Voinha) e minha tia Eliana, que sempre me apoiaram, nos altos e baixos, e me proporcionaram uma vida que, graças a Deus, posso chamar de plena. Ao padrinho Irineu e à madrinha Peregrina, pelo seu amor e exemplo. Ao 'seu' Joca, pela amizade e apoio. Ao Rogério e à Selma, por tudo que fizeram por mim.

Aos meus orientadores, Renato e Luiz pela acolhida, auxílio, cuidado e responsabilidade na minha orientação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) e ao Instituto Oswaldo Cruz, por possibilitarem a execução dessa tese, graças ao convênio feito entre essas instituições. À Fundação de apoio à FIOCRUZ, pela bolsa recebida. Meus agradecimentos institucionais se estendem a todos aqueles que engendraram grande esforço e possibilitaram a execução desse convênio interinstitucional.

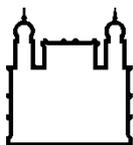
Também agradeço aos vários colegas que me auxiliaram na execução de diferentes seções da tese: ao Fábio e à Mariza, pelo auxílio na execução da análise bibliométrica; ao Woei Hung, que gentilmente respondeu aos questionamentos que fiz em relação à criação de situações-problema; à Michele, por ter participado da minha banca de qualificação e, posteriormente, me auxiliado na execução do terceiro estudo; ao Moacelio (*in memoriam*) e Neila que, apesar de não os conhecerem pessoalmente, em muito contribuíram para a construção da proposta curricular. Aos meus colegas do IFAC que participaram comigo dessa empreitada, especialmente ao César, Cleilton, Josina, Renata, Juliana (*in memoriam*), Alcilene e Itálva.

Aos inúmeros pesquisadores que vêm a beleza da ciência e permitem com que tenhamos também esse vislumbre.

Por fim, agradeço aos membros da banca de defesa, pela disponibilidade e comentários feitos.

*“(...) Vale a pena lembrar que, embora haja uma vasta diferença entre nós no que diz respeito aos fragmentos que conhecemos, somos todos iguais no infinito da nossa ignorância.”*

(Karl Popper)



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## INSTITUTO OSWALDO CRUZ

### CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO

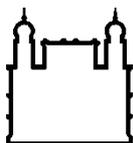
#### RESUMO

#### TESE DE DOUTORADO EM ENSINO DE BIOCÊNCIAS E SAÚDE

Luis Antonio de Pinho

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) foi sistematizada no final da década de 1960, como uma alternativa à utilização da metodologia tradicional de ensino de médicos. Atualmente, ABP é empregada na formação de diferentes profissionais, majoritariamente em cursos de nível superior. No entanto, a discussão acerca da ABP possui alguns aspectos que são pouco explorados, e que poderiam gerar uma compreensão mais aprofundada sobre a metodologia. Adicionalmente, são escassos estudos envolvendo os níveis médio e técnico de ensino. Nesse contexto, a presente tese se organiza em quatro estudos que são pertinentes para a discussão do campo teórico e prático da ABP, com ênfase no ensino médio e técnico. O primeiro estudo trata de uma análise bibliométrica da ABP. Constatou-se uma crescente produção a partir do final do século XX, na qual o ensino médio e técnico representa uma parcela ínfima. O segundo estudo trata da criação de situações-problemas. Verificou-se que a metodologia utilizada não é trivial, mas provê o nível adequado de estruturação do problema. O terceiro estudo realizou uma análise qualitativa de um ciclo tutorial acerca da fisiologia da respiração e circulação humana, visando avaliar o potencial do uso da ABP no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC). Observamos a satisfação dos alunos em trabalhar com a ABP e uma mudança conceitual compatível com o esperado, o que nos encoraja a persistir na verificação da pertinência de seu uso no IFAC. O quarto estudo consiste na discussão e apresentação de uma proposta curricular com uso híbrido da ABP para a formação de técnicos de laboratórios de saúde pública, buscando vislumbrar o potencial da metodologia como estruturante curricular para o ensino profissionalizante de nível médio. No seu conjunto, a presente tese buscou gerar resultados em enfoques que não são intensamente pesquisados pela comunidade científica como um todo, ainda mais em se tratando do Brasil e da região Norte do país, visando adicionalmente fomentar discussões em defesa desses métodos, práticas e viés de debate. Novas frentes de pesquisa são sugeridas, mas é pertinente a constatação de que, com os dados levantados e debatidos, a ABP tem potencial de ir ao encontro dos anseios instrucionais da educação profissionalizante de nível médio, criando um ambiente de aprendizado que possibilita a integração curricular, a aquisição de conteúdo e, com seu uso contínuo, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problema, de estudos autodirigidos e de interação em grupo, tão importantes para o mundo do trabalho atual.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas; Educação Profissional Técnica de Nível Médio; Biociências; Região Norte.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

## INSTITUTO OSWALDO CRUZ

### THEORETICAL AND PRACTICAL CONTRIBUTIONS FOR THE USE OF PROBLEM-BASED LEARNING IN VOCATIONAL EDUCATION

#### ABSTRACT

#### PHD THESIS IN “ENSINO DE BIOCIÊNCIAS E SAÚDE”

**Luis Antonio de Pinho**

Problem-Based Learning (PBL) was systematized in the late 1960s, as an alternative to traditional medical education. Currently, PBL is used for the training of different professionals, mostly in undergraduate education. However, PBL discussion has some aspects that are underexploited, which in turn could generate a deeper understanding about the methodology itself and its possibilities. There are also few studies involving the high school and vocational education. In this context, the present thesis is organized in four studies pertinent to the discussion of the theoretical and practical field of PBL, with emphasis on secondary and vocational education. The first study is a bibliometric analysis of PBL academic production. It was noticed a growing production from the end of the 20th century, in which high school and vocational education represents a small part. The second study deals with problem design. We verified that the applied methodology is not trivial but can provides the desired problem structuredness. The third study carried out a qualitative analysis of a tutorial cycle regarding human respiratory and circulatory physiology, aiming to evaluate the potential of the use of PBL on the Federal Institute of Education, Science and Technology of Acre (IFAC). We observe the students' satisfaction in working with PBL and a conceptual change that is compatible with the expected, which encourages us to persist in verifying the pertinence of its use at IFAC. The fourth study consists of the discussion and presentation of a hybrid PBL curriculum for the training of technicians for public health laboratories, seeking to glimpse the potential of the methodology as a curricular structuring for vocational education. Taken together, this thesis has sought to generate results in approaches that are not intensively researched by the scientific community, especially in Brazil and its Northern region, with the aim of fomenting discussions in defense of these methods, practices and debate bias. New research fronts are suggested, but it is pertinent to note that, with the data collected and discussed, PBL has the potential to meet instructional aspirations of vocational education, creating a learning environment that enables the integration of the curriculum, content acquisition and, with its continued use, the development of problem solving, self-directed study, and group interaction skills, so important to current professional world.

**Keywords:** Problem-Based Learning; Vocational Education; Biosciences; Northern Region of Brazil.

# ÍNDICE

<b>RESUMO</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>X</b>
<b>1 MOTIVAÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
3.1 Objetivo Geral .....	18
3.2 Objetivos Específicos .....	18
<b>4 PRIMEIRO ESTUDO: MAPEANDO O CONHECIMENTO PRODUZIDO SOBRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA</b>	<b>19</b>
4.1 RESUMO .....	19
4.2 INTRODUÇÃO .....	19
4.3 METODOLOGIA .....	21
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
<b>5 SEGUNDO ESTUDO: A CONSTRUÇÃO DE PROBLEMAS A SEREM UTILIZADOS NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS</b>	<b>40</b>
5.1 RESUMO .....	40
5.2 INTRODUÇÃO .....	40
5.3 O MODELO 3C3R DE CRIAÇÃO DE PROBLEMAS .....	43
5.3.1 Componentes centrais do modelo 3C3R .....	44
5.3.2 Componentes processuais do modelo 3C3R .....	45
5.4 OS NOVE PASSOS PARA A CRIAÇÃO DE UM PROBLEMA .....	47
5.4.1 Exemplo de utilização dos nove passos para a criação do problema .....	52
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66

<b>6</b>	<b>TERCEIRO ESTUDO: AVALIAÇÃO DO USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E SEU POTENCIAL PARA O ENSINO MÉDIO E TÉCNICO NA REGIÃO NORTE</b>	<b>67</b>
6.1	RESUMO.....	67
6.2	INTRODUÇÃO .....	67
6.3	METODOLOGIA .....	71
6.3.1	Aplicação da ABP no ensino médio no IFAC.....	71
6.3.2	Avaliação processual da Aprendizagem Baseada em Problemas.....	74
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	76
6.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	90
<b>7</b>	<b>QUARTO ESTUDO: UMA PROPOSTA DE CURRÍCULO HÍBRIDO EM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA A FORMAÇÃO DE TÉCNICOS EM LABORATÓRIOS DE SAÚDE PÚBLICA</b>	<b>92</b>
7.1	RESUMO.....	92
7.2	INTRODUÇÃO .....	93
7.3	A PROPOSTA CURRICULAR.....	97
7.3.1	Um Exemplo de Problema .....	102
7.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	103
<b>8</b>	<b>DISCUSSÕES</b>	<b>105</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>109</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>110</b>
<b>11</b>	<b>APÊNDICES</b>	<b>124</b>
	<b>APÊNDICE A - ARTIGO PUBLICADO NO PERIÓDICO <i>CREATIVE EDUCATION</i></b>	<b>125</b>
	<b>APÊNDICE B - ARTIGO PUBLICADO NO PERIÓDICO RECIIS</b>	<b>138</b>
	<b>APÊNDICE C - DOCUMENTO DE SUBMISSÃO AO COMITÊ DE ÉTICA</b>	<b>153</b>
	<b>APÊNDICE D - MODELO DE RELATÓRIO ENTREGUE AOS ALUNOS (VER ITEM 6.3.1)</b>	<b>154</b>

**APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE IMPRESSÕES DOS ALUNOS EM  
RELAÇÃO À ABP**

**156**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma da metodologia de criação dos conjuntos de dados ABP-E e ABP-T, e o subconjunto ABP-EM. ....	24
Figura 2: Série temporal das publicações entre 1981 e 2013 (barras azuis, representando o conjunto ABP-T) e até 2017 (barras laranjas). ....	25
Figura 3: Evolução da produção dos países entre 1992 e 2014.....	26
Figura 4: Quadro de relações de coautorias entre os autores mais produtivos, listados na Tabela 2. ....	28
Figura 5: Quadro mostrando a quantidade de publicações dos periódicos listados na Tabela 3 entre 1980 e 2014.....	32
Figura 6: Evolução da produção acadêmica relacionada à ABP de acordo com as plataformas WoS (relativo ao Brasil), Scielo e Google Acadêmico (obtida por meio do software PoP).....	37
Figura 7: Estrutura do modelo 3C3R de criação de problemas proposto por Hung (2006). Traduzido e utilizado com a permissão do autor.....	43
Figura 8: Diagrama da análise de conteúdo como proposto por Gagné (1968).	53
Figura 9: Análise das relações entre os componentes centrais e processuais do modelo 3C3R. ....	64
Figura 10: Diagrama das etapas do ciclo tutorial e das análises realizadas. ....	75
Figura 11: Trajetória do álcool proposta no segundo estudo. ....	77
Figura 12: Hipóteses de trajetória do álcool formuladas pelos grupos. ....	78
Figura 13: Explicação dos grupos sobre a trajetória do álcool ao final do ciclo tutorial. ....	80
Figura 14: Valores da escala de Likert para as respostas dadas pelos alunos nas perguntas objetivas do questionário de percepção (ver Apêndice E). ....	82
Figura 15: Possibilidades de interdisciplinaridade da situação-problema utilizada no estudo. ....	89
Figura 16: O ciclo de aprendizagem na Aprendizagem Baseada em Problemas (adaptado de Hmelo-Silver, 2004). ....	95
Figura 17: Estrutura organizacional do currículo para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública. ....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Países com maior produção entre 1992 e 2013.....	26
Tabela 2: Lista de autores que publicaram ao menos 10 trabalhos relativos a ABP (onde: P = número de publicações; C = Total de citações; C <sub>r</sub> = ranking em C; CPP <sub>r</sub> = ranking em CPP; H <sub>r</sub> = ranking no índice H e m <sub>r</sub> = ranking no valor m). .....	27
Tabela 3: Valores relativos à publicação por periódico (P = Total de publicações; C = Total de citações; IF = <i>Impact Factor</i> ).....	30
Tabela 4: Trabalhos científicos obtidos na busca na <i>Web of Science</i> (Subconjunto ABP-EM), de acordo com seu objeto de estudo.....	34
Tabela 5: Disciplina ou área foco das publicações brasileiras presentes no levantamento feito no <i>Web of Science</i> em 12 de fevereiro de 2014. ....	35
Tabela 6: Proposta dos nove passos de Hung (2009) para a criação de situações-problema a serem utilizadas na ABP. ....	47
Tabela 7: Relações entre os componentes centrais e processuais do modelo 3C3R. ....	52
Tabela 8: Análise de correspondência dos conteúdos.....	58
Tabela 9: Análise de correspondência entre processos cognitivos de resolução de problemas e objetivos de aprendizado. ....	59
Tabela 10: Cronograma do ciclo tutorial da ABP, executado de acordo com os “sete passos” (SCHMIDT, 1983).....	72
Tabela 11: Categorias de respostas dadas pelos alunos para a pergunta aberta do Questionário (Apêndice E).....	83
Tabela 12: Exemplo para um curso de habilitação profissional com dois anos de duração e aulas noturnas para jovens e adultos. ....	101

# 1 MOTIVAÇÃO

Para falar sobre minhas motivações, mister se faz relatar um pouco da minha trajetória como estudante. Durante grande parte do período em que cursei o ensino básico, fui um “aluno-problema”. Não me interessava pela maioria das aulas, o que se refletia em meu desempenho acadêmico. Porém, ao entrar no curso de Ciências Biológicas, rapidamente me apaixonei e me vi extremamente motivado a estudar e conhecer sobre tudo aquilo. Pesquisei, na graduação e no mestrado, sobre os efeitos de interações químicas de plantas com outros seres vivos, conhecido como alelopatia. Esse é um foco de pesquisa recente, e que demanda ainda muitos esforços no sentido de gerar informações confiáveis sobre sua ação na natureza.

Cursei a graduação nas modalidades bacharelado e licenciatura e, durante os estágios nas escolas, me reconheci nos alunos, muitos deles desmotivados. Foi só quando eu comecei a trabalhar em sala de aula que entrei em contato com materiais relativos às metodologias ativas de ensino, e especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP, termo traduzido do inglês *Problem-Based learning* – PBL) me chamou a atenção. Achei que essas metodologias auxiliariam na motivação do alunado. Porém, não consegui pôr em prática, na maioria das vezes, o que estava aprendendo, e muitas vezes vi nos meus alunos a desmotivação que eu tinha na adolescência.

Alguns anos depois, já como servidor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), participei do evento de apresentação do convênio entre essa instituição e o Instituto Oswaldo Cruz (IOC). Na ocasião, o Dr. Renato Matos Lopes fez uma palestra sobre seu trabalho com a ABP. Pensei que, caso eu conseguisse ingressar no curso de Pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde, com certeza era nessa área que eu pretendia trabalhar. Felizmente, fui aprovado e o Dr. Renato, em conjunto com o Dr. Luiz Anastácio Alves, aceitaram me orientar. Assim, pude realizar meu anseio de trabalhar com a metodologia. Como na alelopatia, a pesquisa em ABP é um campo novo, e há muito ainda a ser debatido acerca de métodos de análise de sua validade como metodologia eficaz de aprendizado, ainda mais em se tratando da região Norte do Brasil.

A presente tese então busca observar e discutir acerca de aspectos do funcionamento da ABP que, a meu ver, são pouco explorados pela pesquisa na

área, mas que consideramos bastante pertinentes para o entendimento da ABP como um foco de pesquisas. Por trabalhar no IFAC, uma instituição pública que tem, como uma de suas missões, a promoção da educação profissional, buscamos realizar estudos que contribuam para o debate acadêmico em relação ao uso da ABP no ensino técnico de nível médio brasileiro. No entanto, apesar de termos essa perspectiva, não desconsideramos a relevância que os dados obtidos e analisados podem ter para o debate acadêmico de uma forma geral, reportando e debatendo tais aspectos quando presentes.

## 2 INTRODUÇÃO

A prática educacional conhecida como educação tradicional tem suas raízes no período renascentista, momento pré-revolução industrial, no qual os livros não eram ainda um produto de fácil acesso (MAZUR, 2009). A partir daí, se desenvolveu os primórdios dos sistemas tradicionais de ensino, introduzidos na segunda metade do século XIX na Europa Ocidental e América do Norte, formulados preponderantemente pelo Estado, a Igreja e outros setores da sociedade, como os que iniciaram a economia industrial (SOYSAL; STRANG, 1989) e que se disseminaram para diversos países em todo o mundo (RAMIREZ; BOLI; RAMIREZ, 1987). Tais sistemas vêm sendo orientados por práticas centradas no professor, no qual o processo educacional se caracteriza basicamente pela “transmissão” de informações sistematizadas do professor aos alunos (FREIRE, 1987; MAZUR, 2009), e são ainda hoje amplamente utilizadas no contexto educacional (VAN DER VLEUTEN; DRIESSEN, 2014).

O ensino tradicional, em geral, ocorre em salas de aula com grande quantidade de alunos, com os conteúdos contidos em um currículo compartimentalizado em disciplinas (STROBEL; VAN BARNEVELD, 2009), utilizando a memorização como estratégia de aprendizado (CORNELIUS-WHITE, 2007) e situando o professor como a figura central do processo do aprendizado. Apesar de haver indícios de que a metodologia tradicional de ensino facilita a aquisição de conhecimentos factuais, não existem muitas evidências na literatura de que ela favoreça a formação de habilidades cognitivas superiores, como o raciocínio, capacidade de solucionar problemas e transpor o conhecimento adquirido para uma outra situação (PALINCSAR, 1998).

Esse é um dos principais motivos pelo qual a utilização da metodologia tradicional de ensino passou a ser criticada quanto a sua eficácia no processo de ensino-aprendizagem (ABRAMI et al., 2014). Um de seus primeiros antagonistas foi John Dewey que, no início do século XX, criticou o processo tradicional de ensino da leitura e da escrita ao dizer: “Existe toda a diferença do mundo entre ter alguma coisa a dizer e ter que dizer alguma coisa” (DEWEY, 1902). Uma das propostas alternativas de Dewey, para essa e outras etapas do aprendizado, era utilizar as experiências comuns da infância como ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos (WINDSCHITL, 2002).

Inspirados por Dewey e outros pensadores, como Jean Piaget, surge na década de 1950 um movimento denominado cognitivismo. Esse tinha como expoentes o linguista Noam Chomsky, os psicólogos Jerry Bruner e George Miller e os cientistas da computação Allen Newel e Herbert Simon (BECHTEL; ABRAHAMSEN; GRAHAM, 2001; JONASSEN, 1991). Um marco importante desse movimento se deu quando Chomsky publicou um trabalho afirmando que a estruturação da linguagem não poderia ser explicado apenas como fruto de padrões estímulo-resposta, uma crítica que para muitos ocasionou a quebra do paradigma behaviorista, teoria da psicologia do aprendizado que dominava a discussão acadêmica à época (MILLER, 2003).

A partir daí, diferentes campos do domínio cognitivista emergiram: i) o construtivismo, cujo objeto de estudo está nos processos mentais internos (desconsiderados pelo behaviorismo), observando o papel dos conhecimentos prévios na aquisição de novos conhecimentos; ii) a psicologia do processamento de informações (*information-processing psychology*), advinda das teorias de solução de problemas através da inteligência artificial, que permitiria a compreensão da inteligência humana, segundo seus fundadores, Newel e Simon (BECHTEL; ABRAHAMSEN; GRAHAM, 2001).

O avanço das teorias cognitivistas encontrou ressonância nas práticas educativas. Uma análise recente identificou mais de 400 estratégias de aprendizado (HATTIE E DONOGHUE, 2016), muitas dessas ligadas à variações do que hoje se conhece como aprendizagem autodirigida (*self-directed learning*). Esse termo surgiu antes da ciência cognitivista, no final da década de 1940, a partir de um grupo presente na Universidade de Chicago contrário ao behaviorismo, praticamente onipresente nesse período nos Estados Unidos, e que teve como maior expoente o psicólogo Carl Rogers (SERVANT, 2016). Essa corrente era conhecida como humanista, e basicamente afirmava que, dadas as condições necessárias (isto é, permitindo que suas ações sejam efetivamente autogestionadas), o ser humano atingiria sua capacidade ótima (*fully-functioning person*). Apesar de ser um movimento distinto do construtivismo, possui semelhanças quando se observam as práticas educativas propostas (CORNELIUS-WHITE, 2007). Talvez um dos maiores expoentes das metodologias de aprendizagem ligadas ao cognitivismo de uma forma geral e à psicologia humanista seja a chamada *Problem-Based Learning* (PBL), cuja tradução para a língua portuguesa seria Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Apesar de haver exemplos da utilização de métodos análogos à ABP no início da década de 1960, na Universidade de KwaZulu-Natal, África do Sul e na Universidade George Washington, Estados Unidos (BARROWS, 2000), toma-se como ponto zero de sua concepção o ano de 1966, quando o corpo docente do futuro curso de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá, resolveu criar a proposta que hoje é mundialmente reconhecida como ABP (NEUFELD; BARROWS, 1974). A ideia de seus fundadores, “frustrados com alguns aspectos da educação médica tradicional” (SPAULDING, 1991 *apud* BARROWS, 2000), era introduzir uma estratégia de ensino que fosse além das aulas tradicionais ou palestras (*lectures*) e que envolvessem os alunos em uma participação mais ativa no processo de ensino e aprendizagem (NEVILLE; NORMAN, 2007). A primeira turma ingressou no curso em 1969 (NEUFELD; BARROWS, 1974). Considera-se que a ABP representou uma importante mudança na educação profissional em saúde (MAMEDE; SCHMIDT; GEOFFREY, 2006), sendo adotada em diversas instituições e chegando até mesmo a ser considerada como “uma das estratégias de ensino mais comuns na educação médica” (TORRE; VAN DER VLEUTEN; DOLMANS, 2015). A metodologia também superou as barreiras disciplinares da área médica, sendo hoje aplicada em diversos cursos, como por exemplo, Direito, Economia, Psicologia (MOUST; VAN BERKEL; SCHMIDT, 2005) e Ciências Biológicas (CARRIÓ et al., 2011; KENDLER; GROVE, 2004).

A ABP já foi caracterizada como uma das “principais protagonistas do construtivismo” (RIKERS; DE BRUIN, 2006) e “a mais importante inovação desde que as instituições educacionais se tornaram responsáveis pela educação profissional” (MAUDSLEY, 1999). Porém, o método em si é alvo de crítica, pela heterogeneidade de formas em que ela vem sendo utilizada (MAUDSLEY, 1999; SHANLEY, 2007). Resumidamente, de um lado temos a ABP em sua forma “pura”, desenvolvida em McMaster, caracterizada pela utilização massiva do método ao longo de todo o currículo (NEUFELD; BARROWS, 1974). No extremo oposto, estaria a utilização da ABP em um momento específico de uma disciplina. Entre esses, existe uma miríade de gradações do uso da ABP. Este cenário acaba desencadeando uma maior dificuldade para a verificação da eficácia do método no processo de ensino-aprendizagem (TAYLOR; MIFLIN, 2008).

Apesar dessas críticas sobre as variantes da ABP, existem pesquisadores que compreendem esse fenômeno como um processo natural, em que se varia a forma da ABP conforme a necessidade local e entendimento de seus atores (BARROWS,

1986; LUTGENS, 2010; HUNG, 2016). Assim, ao observar alguns referenciais teóricos importantes (HMELO-SILVER, 2004; SAVERY, 2006; SCHMIDT, 1983; SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011), algumas características básicas e comuns a todas as variantes da ABP emergem: i) utilizam-se de problemas semiestruturados (*ill-structured problems*), que disparam o processo de aprendizagem; ii) ocorrem com pequenos grupos de estudantes, que trabalham de forma colaborativa e solidária; iii) o professor atua como um orientador, que supervisiona e age como um facilitador da aprendizagem dos alunos através de ciclos de aprendizagem, denominados de ciclo tutorial ou de aprendizagem da ABP; iv) tem a aprendizagem autodirigida como princípio básico para a aquisição de conhecimento pelo aluno.

O ciclo de aprendizagem da ABP pode ser dividido em três fases: i) análise inicial do problema, em grupo e com a mediação do tutor; ii) aprendizagem autodirigida individual e iii) fase de relatório (YEW; CHNG; SCHMIDT, 2011). Diana Dolmans e Henk Schmidt (2010) fazem a seguinte descrição desse ciclo:

“Estudantes em grupos da ABP discutem problemas que geralmente consistem de uma descrição de um certo fenômeno que necessita de uma explicação. Os pequenos grupos de estudantes são facilitados por um tutor, que não transmite o conhecimento especializado, mas estimula e monitora os processos e discussões do grupo. No final de uma sessão, várias questões relevantes para o problema ainda precisam ser esclarecidas, porque os estudantes não possuem todo o conhecimento necessário. Essas questões são posteriormente estudadas pelos estudantes durante o auto estudo individual. Depois de alguns dias, o grupo se reúne novamente, e os estudantes mostram os resultados de seu estudo autodirigido, compartilhando e discutindo as compreensões adquiridas” (p. 13, livre tradução).

O problema é o ponto central dessa metodologia (SOCKALINGAM; SCHMIDT, 2011). No entanto, o desenvolvimento dos problemas é o escopo de poucas pesquisas em literaturas relevantes (HUNG, 2016; SCHMIDT; MOUST, 2010). No geral, existem muitas recomendações gerais com base em dados empíricos e idiosincrasias (por exemplo, SCHMIDT; MOUST, 2010). Entre tais recomendações, adverte-se que o problema deve ser complexo, semiestruturado, aberto e realístico (DOLMANS; SCHMIDT, 2010; HMELO-SILVER, 2004; SAVERY, 2006). Também é importante que o problema seja interessante e estimule a aprendizagem autodirigida (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011).

Schmidt e Moust (2010) assumem também que existem tipos de problemas que podem ser formulados de forma a obter diferentes tipos de conhecimento. De

acordo com os autores, existem os seguintes tipos de conhecimentos: teorias, fatos, conhecimento de como se realizar uma ação e conhecimento subjetivo. Esses podem ser trabalhados com os seguintes tipos de problemas, respectivamente: problemas explanatórios, problemas para encontrar fatos, problemas de estratégia e problemas de dilemas morais.

Um dos primeiros pesquisadores a propor uma metodologia de desenvolvimento de problemas foi Woei Hung, pesquisador em *design* instrucional da Universidade da Dakota do Norte, nos Estados Unidos. O autor propõe um método de nove passos que visa, resumidamente, analisar e adequar o problema em desenvolvimento, visando fomentar a aquisição de conteúdo, habilidades de solução de problemas e de aprendizagem autodirigida (HUNG, 2009) em um modelo conhecido como 3C3R. Também, através do método, é possível adequar o problema de acordo com o grupo de estudantes (HUNG, 2009, 2016). Caso sejam alunos com pouco conhecimento e/ou pouca experiência com a ABP, o problema pode ser mais estruturado, fornecendo mais características que auxiliem o aluno a alcançar os objetivos educacionais propostos. Ao lidar com alunos com mais conhecimentos e/ou mais experiência com a metodologia, é possível tornar os problemas mais abertos, de forma a manter o interesse dos alunos. Como resultados das discussões de tais problemas, aqueles mais estruturados possuem uma ou poucas soluções, ao passo que problemas menos estruturados podem possuir diversas resoluções (JONASSEN, 1997).

De uma maneira geral, observa-se que a discussão sobre a formulação de problemas são eminentemente teóricas, sendo necessária a obtenção de mais evidências empíricas para validar essas ideias (JONASSEN; HUNG, 2008). Maiores detalhes sobre a construção de problemas de acordo com Hung (2009) estarão presentes no segundo estudo da presente tese, bem como um exemplo de problema formulado com o método, que foi utilizado no estudo seguinte.

Uma outra característica importante da ABP é o trabalho em grupos pequenos. Sobre isso, Schmidt e colaboradores (2011) comentam que, com esse arranjo, é possível um maior contato entre estudantes e professor do que em uma turma mais numerosa. Também é importante o fato de que, geralmente, o trabalho em grupo fomenta uma cobrança entre os participantes, que acaba por motivá-los a cumprir o estudo autodirigido nos prazos definidos. Ressalta-se que ambas as características são apontadas como fatores que diminuem a desistência acadêmica (TINTO; VINCENT, 1997). Trabalhar em grupo também é mais vantajoso pois agrega a carga

cognitiva de cada estudante, muitas vezes trazendo para a discussão algum apontamento que dificilmente seria feito caso o problema fosse estudado individualmente (HMELO-SILVER, 2004).

Toda a discussão do problema em grupo é mediada por um tutor, também chamado de facilitador ou professor orientador (PIERINI, 2015; LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G.; PIERINI, M. F., sob revisão). Essa figura em muito se distingue do professor tradicional. O tutor observa como a discussão em grupo se dá nos aspectos cognitivos e motivacionais. Através dessa observação, ele pode intervir na discussão, dando um retorno aos alunos de seus pensamentos e raciocínios através de perguntas e metáforas (MOUST, 2010), garantindo também a participação de todos do grupo (HMELO-SILVER, 2004).

Um importante ponto de discussão acadêmica é se o tutor deve ou não ser um especialista no conhecimento específico do problema (HMELO-SILVER; BARROWS, 2006). Tal questão foi debatida em uma revisão de Schmidt e colaboradores (2011). Os autores observaram evidências discrepantes com relação ao tema. Porém, em algumas situações, os autores argumentaram em favor da presença de um tutor com experiência no assunto: i) quando as ferramentas usuais do tutor são insuficientes para guiar os estudantes a visualizar o que é importante estudar e ii) ao inserir um questionamento em um momento crítico. Uma ressalva é que o tutor especialista deve também estar bem capacitado nos processos de facilitação do aprendizado via tutoria, caso contrário, ele pode vir a intervir demasiadamente na discussão, podendo até trazer informações diretas, o que diminui o desenvolvimento das habilidades de autoaprendizagem dos estudantes (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011).

Essas habilidades de aprendizagem autodirigida são bem debatidas na metodologia. Conhecidas pela sigla SDL (do inglês *self-directed learning*), acredita-se que essas habilidades são fomentadas conforme o estudante estuda através da ABP, e como resultado, esses se tornam aprendizes perenes (HMELO-SILVER, 2004). SDL refere-se à preparação de um estudante em se empenhar numa atividade educacional por vontade própria, sendo esse anseio dado tanto por aspectos motivacionais intrínsecos e também por comportamento especializado adquirido pela ABP (LOYENS; MAGDA; RIKERS, 2008; SCHMIDT, 2000). SDL, em verdade, é um dos componentes da ABP que é propagado desde sua implantação em McMaster, conceito ligado a pensadores que influenciaram os fundadores da metodologia, como Carl Rogers. Sobre isso, faremos a discussão a seguir.

Ao buscar as raízes filosóficas que dão base à ABP, destaca-se uma recente Tese de Doutorado de Virginie F. C. Servant (2016) intitulada “*Revolutions and Re-iterations: An Intellectual History of Problem-based Learning*”. Esse trabalho foi desenvolvido com a orientação de Henk Schmidt, um dos pioneiros da pesquisa relacionada à ABP. Nela, a autora busca, através de pesquisa histórica, observar como se deu esse embasamento. Sobre isso, ela afirmou:

Sem reverter para a falácia ‘filosofia-levou-à-ABP’, eu vi em vez disso o advento da ABP como um processo de lutas entre ideias e práticas, criando novas ideias que por sua vez criaram novas práticas ao longo de duas décadas, no que era mais um mosaico construído do que um padrão de ouro... (a) ABP foi o produto de disputas intelectuais, idiossincrasias individuais, crenças filosóficas e considerações pragmáticas (p. 4, livre tradução).

Considerando a instituição pioneira, a autora constatou que os fundadores do curso de Medicina em McMaster não se preocuparam muito, ao menos inicialmente, com as bases filosóficas de sua proposta. Figuras como Abraham Flexner, que elaborou um relatório no início do século XX criticando o ensino médico, Johannes Comenius, pensador do século XVI, que advogava pela liberdade dos estudantes em seus processos de aprendizado, e John Dewey eram esparsamente citados nos documentos iniciais do curso. Esse último, tido como uma das grandes influências para o desenvolvimento da ABP (SAVERY, 2006; SCHMIDT, 1983), aparece em apenas um dos documentos pesquisados e nenhum dos fundadores entrevistados mencionou o pensador (SERVANT, 2016, p. 85). No entanto, a autora apresenta a hipótese de que, sendo Dewey uma das maiores influências do período para a promoção de um ensino que seja centrado no aluno, esse teria uma influência indireta no desenvolvimento da ABP.

Adicionalmente, (e paradoxalmente) influências das correntes behavioristas e humanistas eram observadas nesses mesmos documentos. A primeira (presente apenas nos documentos iniciais) se evidenciava na presença de longas listas de “objetivos comportamentais” a serem trabalhados no processo instrutivo. A última é trazida pelo conceito da autoaprendizagem como princípio norteador, apesar de não haver citações direta a Rogers e colegas, ao menos inicialmente.

Ilustrativo da falta de estruturação filosófica que ocorria em McMaster é que Willian B. Spaulding (um dos fundadores da ABP em McMaster), já na década de 1980, não reconhecia a influência das correntes filosóficas supracitadas (SERVANT, 2016, p. 78), as quais, de modo geral, foram tomadas como bases filosóficas importantes da ABP, com exceção do behaviorismo (SCHMIDT, 1993, mas veja

SERVANT; SCHMIDT, 2016). É interessante notar que até mesmo Howard S. Barrows, pioneiro na pesquisa em ABP, reconhece o processo pragmático de sistematização da ABP em McMaster, no prefácio de um livro editado por Dorothy H. Evensen e Cindy E. Hmelo (EVENSEN; HMELO, 2000).

Barrows, ao longo de quarenta anos de atividade acadêmica, teve uma papel determinante na difusão da metodologia (XIAN; MADHAVAN, 2013), haja visto que os demais fundadores da ABP em McMaster se restringiam a publicação de documentos internos (SERVANT, 2016). Seus primeiros trabalhos, a partir da segunda metade da década de 1970, despertaram a atenção da comunidade acadêmica. Dentre os educadores atraídos pela metodologia nesse período, estão aqueles que fundaram o curso de medicina na Universidade de Maastricht, na Holanda.

Hillen e colaboradores (2010), argumentam que, dentre os motivos para a adoção da ABP em Maastricht, está a proximidade dos fundadores de ambas as instituições (HILLEN, H.; SCHERPBIER, A.; WIJNEN, 2010), o que é respaldado por Servant (2016, p.131). Essas referências assumem que a estruturação inicial da universidade holandesa se deu aos moldes de McMaster, porém com modificações importantes. Em Maastricht, o curso tinha duração de seis anos e os problemas criados eram curtos e voltados para a aquisição de conhecimentos. Já em McMaster, o curso tinha duração de três anos (SERVANT, 2016, p.133), pois os alunos que ingressavam já haviam feito alguma outra graduação (requisito do sistema canadense), com os problemas mais longos e voltados para a aquisição de habilidades de raciocínio (*reasoning skills*), característica que foi modificada na década de 1990, se assemelhando então com o que se fazia em Maastricht. Além disso, na instituição holandesa, Henk Schmidt desenvolveu um processo tutorial baseado em sete passos (LUTGENS, G.; VAN DEN EECKHOUT, F; TEN HAAF, 2010; SERVANT, 2016), que deu origem ao chamado ciclo tutorial da ABP (HMELO-SILVER, 2004).

Assim como em McMaster, a fundamentação filosófica inicial da ABP em Maastricht também era superficial, fazendo uma “mistura” de correntes distintas (SERVANT, 2016, p. 159). No entanto, a chegada de psicólogos na instituição holandesa, tendo Henk Schmidt como figura central, possibilitou a modificação do arcabouço filosófico do curso, com maior ressonância das teorias de aprendizado. Inicialmente, o modelo de processamento de informações de Newell e Simon era

presente na estrutura curricular, que almejava fomentar as habilidades de raciocínio clínico (*clinical skills*) dos alunos.

Essa linha de pensamento era uma ressonância na Holanda do que Barrows defendia no Canadá no final da década de 1970 (SERVANT, 2016, p. 167). Porém, em período posterior a esse, Schmidt passou a defender uma abordagem mais próxima do construtivismo de Bruner, dando mais ênfase no currículo para a aquisição de conteúdos em lugar das *clinical skills*, chegando a afirmar que tais habilidades sequer existem (SERVANT; SCHMIDT, 2016). Esse processo de afastamento da abordagem do processamento de informações só ocorreu em McMaster no final da década de 1980. Conforme a utilização da perspectiva construtivista se concretizava, Schmidt e demais colegas da instituição publicaram grande número de trabalhos acadêmicos para argumentar que a ABP (construtivista) funcionava como método de ensino (SCHMIDT et al., 2009), tornando-se referência para o embasamento da ABP de uma forma geral (HMELO-SILVER, 2004; HUNG, 2016; SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011; TAYLOR; MIFLIN, 2008).

Apesar de, em seus primórdios, a ABP não possuir um embasamento filosófico sólido, e que atualmente isso pode ter se refletido na própria maneira como a ABP é entendida e aplicada (MAUDSLEY, 1999), é importante salientar que existem evidências de que ela funciona como metodologia educacional (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011). Estudos indicam efeitos positivos nas habilidades e competências de estudantes inseridos nessa metodologia (DOCHY et al., 2003; HUNG, 2009; RIKERS; DE BRUIN, 2006), especialmente entre alunos mais experientes com a metodologia (ALBANESE; MITCHELL, 1993; GIJBELS et al., 2005; HATTIE; DONOGHUE, 2016; WALKER; LEARY, 2009). Dentre os benefícios da utilização da ABP, destacam-se o incremento na capacidade do estudante em conduzir pesquisas, integrar teoria e prática, comunicar-se, realizar trabalho em grupo, aplicar conhecimentos e habilidades para desenvolver uma solução viável para um problema e desenvolver estudos autogeridos (HMELO-SILVER, 2004).

Ao levarmos em consideração o uso da ABP no Ensino Superior, já existe um corpo extenso de trabalhos acadêmicos. No âmbito dessas publicações, várias revisões sistemáticas e metanálises foram realizadas (ALBANESE; MITCHELL, 1993; DOCHY et al., 2003; GIJBELS et al., 2005; NEWMAN, 2003; SCHMIDT et al., 2009; VERNON; BLAKE, 1993), relacionadas principalmente a cursos de Medicina.

Revisões sistemáticas buscam identificar a consistência ou não dos achados advindos de estudos com objetivos semelhantes e que tenham métodos de coleta de

dados similares e confiáveis, por exemplo, utilizando-se de grupo controle (MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, 2009; MULLEN; RAMÍREZ, 2006). As metanálises possuem o mesmo objetivo, mas se utilizam de tratamento estatístico para tal (MULLEN; RAMÍREZ, 2006). As conclusões produzidas em revisões sistemáticas e metanálises auxiliam na visualização da validade de técnicas e demais produtos científicos, como por exemplo a pertinência da utilização da ABP frente a utilização da metodologia de ensino tradicional.

Strobel e van Barneveld (2009) realizaram uma metassíntese (metodologia qualitativa que busca o entendimento e a descrição de pontos importantes produzidos por revisões sobre determinado tópico) a partir das metanálises relacionadas ao aprendizado utilizando a ABP em comparação ao ensino tradicional. Seus resultados indicaram que a ABP é superior à metodologia de ensino tradicional nos seguintes aspectos: i) retenção de conteúdo a longo prazo; ii) habilidades e/ou performances técnicas inerentes à profissão (do curso do aluno); iii) satisfação de alunos e professores na utilização da ABP; iv) capacidade de abstração, sendo os alunos da ABP mais capazes de utilizar os conteúdos aprendidos em situações práticas.

Como contraponto, alunos que cursaram o Ensino Superior em instituições que utilizam a metodologia tradicional de ensino tiveram resultados melhores em testes padronizados a curto prazo. No entanto, quando tais testes requeressem do aluno um nível de elaboração superior ao de responder a questionários de múltipla escolha ou de verdadeiro ou falso, os estudantes que estudaram com a metodologia ABP foram melhores (STROBEL; VAN BARNEVELD, 2009). Importante destacar que revisões sistemáticas e metanálises mais recentes têm encontrado resultados que convergem para os destacados em regiões distintas do eixo América do Norte/Europa (ZHOU et al., 2016). Isso ocorre também para outros cursos além da formação de médicos, como formação de professores, ciências sociais, negócios e engenharia (WALKER; LEARY, 2009).

Com relação ao uso da ABP no ensino médio, existem evidências que os resultados obtidos nos cursos superiores, notadamente nos cursos de Medicina, vêm influenciando as escolas secundaristas a adotarem a metodologia para esse nível de ensino (SAVERY, 2006). A pesquisa com relação à validade da utilização da ABP no ensino médio pode ser considerada incipiente, mas também já existem evidências de benefícios de sua utilização na aprendizagem dos alunos (TAS; SUNGUR, 2012; WIRKALA; KUHN, 2011). Wilder (2015) conduziu a primeira revisão

sistemática sobre o aprendizado dos alunos com a metodologia ABP, fazendo uma comparação com alunos da metodologia tradicional nesse nível de ensino. O desempenho dos alunos nas diferentes pesquisas variou, havendo situações nas quais os alunos que tiveram o conteúdo ensinado através da ABP apresentaram desempenho superior àqueles do ensino tradicional; em outros trabalhos o comportamento foi equivalente, e uma pesquisa relatando resultados de aprendizado inferiores para os alunos da ABP para o ensino de agronomia (uma disciplina dentro do ensino médio, ver BURRIS; GARTON, 2007).

Sobre seus resultados, Wilder (2015) fez os seguintes apontamentos: i) houve muita variação quanto a consistência do desenho experimental entre os trabalhos; ii) os resultados obtidos não levaram em consideração outros fatores comumente relacionados à ABP, como retenção de conteúdos a longo prazo e capacidade de conexão de conteúdos em relação a uma situação prática e iii) as pesquisas ocorreram em um período curto de tempo, sendo plausível a afirmação de que os alunos (e até mesmo os professores) não estão familiarizados com uma metodologia de ensino profundamente distinta da tradicional, utilizando-a em uma temática de uma disciplina em meio a um contexto massivamente tradicional ao redor.

Como conclusão, o autor afirma que não há ainda evidências suficientes para argumentar em favor da adoção em larga escala da ABP no ensino médio, sendo necessária a realização de pesquisas que resultarão em um conjunto de dados confiáveis para que essa questão seja melhor compreendida (WILDER, 2015). É possível dizer, no entanto, que é válida a verificação da possibilidade do uso da ABP nesse nível de ensino, em virtude do que se observa com outras metodologias usadas no ensino médio que se utilizam de problemas como foco de aprendizado (FEINSTEIN et al., 2013).

Interessante constatar que o processo de dispersão da utilização da ABP no ensino médico não ocorrera, no seu início, da forma como Wilder (2015) recomenda. Ainda na década de 1980, a metodologia já havia sido adotada em várias instituições, sendo inclusive recomendada por associações importantes, como a Federação Mundial da Educação Médica (*World Federation for Medical Education*), sem que ao menos houvesse um corpo de evidências empíricas que sustentassem essa decisão (NEVILLE, 2009; NORMAN, 2008).

É possível dizer que no Brasil as instituições foram mais conservadoras. No país, o uso da ABP teve início há cerca de vinte anos, na Faculdade de Medicina de Marília (Famema), em São Paulo, e no curso de Medicina da Universidade Estadual

de Londrina (UEL), no Paraná. O aumento na quantidade de instituições brasileiras que utilizam a ABP ocorreu principalmente a partir do início do século XXI. Nesse período, uma série de diretrizes e programas governamentais visando uma modificação na formação de médicos (e demais profissionais da saúde) foram publicadas para que os profissionais desses cursos estivessem mais aptos a atuar na saúde pública (CEZAR et al., 2010), incentivando o uso de metodologias ativas de ensino para esse propósito (COSTA et al., 2011; MESQUITA et al., 2015).

Apesar de seu uso há mais de duas décadas, não existem no Brasil muitos estudos sistematizados que realizam a comparação entre a ABP e o ensino tradicional (GOMES; REGO, 2011), apesar de haver um movimento acadêmico recente nesse sentido (LUCIEER et al., 2015). Tal questão ainda está em aberto, sendo plausível a existência de dificuldades de adaptação dos brasileiros à ABP, já que essa foi desenvolvida num contexto cultural distinto. Essa dificuldade já fora observada em outros contextos culturais não ocidentais, para estudantes da Ásia e Oriente Médio (FRAMBACH et al., 2012) e vem sendo considerada para o país (COUTO et al., 2015; LUCIEER et al., 2015).

Assim, a validade do emprego da ABP no Brasil com o intuito de obter os benefícios atribuídos a essa prática ainda necessita de evidências mais robustas, e possivelmente refinamentos da metodologia para a adequação às realidades regionais são necessários (COUTO et al., 2015). Porém, tal situação não é exclusiva do país (AL-ERAKY, 2013; KASSAB et al., 2016; ZHOU et al., 2016), e a defesa da ABP como uma metodologia viável no Brasil encontra ressonância na comunidade acadêmica local (ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V.; LOPES, 2007; CEZAR et al., 2010; ESCRIVÃO FILHO; RIBEIRO, 2009; GOMES; REGO, 2011; GOMES et al., 2010; LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011; MESQUITA et al., 2015; PIERINI et al., 2015) ainda que existam recomendações de que sua implantação seja cuidadosamente planejada e debatida (LUCIEER et al., 2015).

Análogo ao observado nas regiões em que a ABP foi adotada nos cursos de medicina, há no Brasil um movimento crescente de sua utilização em outras áreas do ensino (ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V.; LOPES, 2007). Porém, existem poucos indícios na literatura de sua aplicação no ensino médio (ANDRADE; CAMPOS, 2007; MALHEIRO; DINIZ, 2007) e na educação profissional técnica (LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011). A ABP, no entanto, pode ser uma alternativa a ser utilizada nesses níveis de ensino, pois vai ao encontro dos princípios norteadores das Diretrizes Curriculares Nacionais para a

educação profissional técnica de nível médio (BRASIL, 2012), que são: i) articulação da educação básica com a educação profissional e tecnológica, assumindo a pesquisa como princípio pedagógico; ii) a indissociabilidade entre teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem e iii) a interdisciplinaridade assegurada no currículo e na prática pedagógica. Ademais, existe no país um movimento acadêmico recente que aconselha a utilização e/ou a verificação da validade do uso da ABP nesse nível de ensino (BARBOSA; MOURA, 2013; RODRIGUES, 2016; SCHNEIDER et al., 2014).

Observando o recorrido até então sobre a ABP, é possível dizer que a difusão de sua utilização em vários cursos de diferentes níveis de ensino e a crescente evolução da discussão acadêmica sobre a metodologia são um fato em si. Provavelmente, esse processo fez com que a ABP seja “uma das pedagogias centradas no aluno mais populares em uso atualmente” (SERVANT-MIKLOS; SPLIID, 2017). Porém, apesar dessa abrangência em sua utilização (e “popularidade”) e das várias evidências de seus benefícios, mais enfaticamente verificado na educação médica (KOH et al., 2008; STROBEL; VAN BARNEVELD, 2009), ainda não é possível afirmar com segurança o porquê de a ABP ocasionar esses benefícios, nem mesmo para essa categoria de ensino (NORMAN, 2008; VAN DER VLEUTEN; DRIESSEN, 2014).

Para contornar essa situação, argumenta-se que é necessário o desenvolvimento de estudos que se valem de perspectivas teóricas distintas das que vêm sendo empregadas até então na pesquisa em ABP (IMAFUKU; BRIDGES, 2016; SVINICKI, 2007; WIGGINS et al., 2016). Com base na literatura consultada, na reflexão sobre as recentes perspectivas de pesquisa em ABP e tendo em mente a escassez de trabalhos que tratam da utilização da ABP no ensino médio e/ou técnico, especialmente no Brasil, verificamos a pertinência de se trabalhar na presente tese com os seguintes enfoques de pesquisa: i) uma análise bibliométrica da pesquisa em ABP; ii) o desenvolvimento de problemas a serem utilizados na ABP; iii) a identificação, através de análise qualitativa, de mudanças conceituais em alunos do ensino técnico de nível médio que estudaram com a metodologia e iv) uma proposta curricular utilizando a ABP de forma híbrida num curso de nível técnico no Brasil.

Apesar de haverem trabalhos referentes à bibliometria da produção acadêmica em ABP (AZER, 2017; XIAN; MADHAVAN, 2013), ainda não existiam análises desse tipo para a produção em escala global, tampouco que observasse a

produção em língua portuguesa e relacionados a trabalhos com foco no ensino médio e/ou técnico. Observando a ausência de estudos bibliométricos para a ABP com esses enfoques, consideramos adequado iniciar a tese com uma análise quantitativa desses trabalhos acadêmicos.

Assim, desenvolvemos o primeiro estudo, sendo que a análise com o enfoque na produção global já foi publicada em 2015, no periódico *Creative Education*, com o título “*Mapping Knowledge Produced on Problem-Based Learning between 1945 and 2014: A Bibliometric Analysis*” (Apêndice A). A partir desses dados quantitativos, foi possível observar a emergência de fatos que eram, até então, não mais do que conjecturas dos pesquisadores que trabalham na área sobre a evolução da pesquisa em ABP.

A proposta da tese era a de termos também trabalhos empíricos que observassem os efeitos da ABP *in situ*, haja vista a aparente ausência (levantada pelo primeiro estudo) de trabalhos fazendo esse tipo de investigação na região Norte do Brasil, e tendo como público alvo alunos de cursos técnicos integrados ao ensino médio. Para aplicarmos a ABP, tínhamos que criar uma situação-problema a ser utilizada em um ciclo tutorial. Observamos então a escassa literatura sobre o próprio processo de criar uma situação-problema, apesar de sua importância.

Meu segundo estudo trata então desse tema, me utilizando de uma proposta metodológica inovadora (HUNG, 2006, 2009), mas com poucos exemplos práticos de sua aplicação, ainda mais em se considerando o Brasil. Com esse estudo, busquei clarear a proposta teórica de Hung e os passos práticos a serem seguidos, construindo uma situação-problema relacionada à fisiologia da respiração e circulação humana a ser utilizada com alunos de um curso técnico integrado ao ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) que nunca tiveram contato com a ABP.

Com a situação-problema formulada, foi possível aplicar a ABP no IFAC, sendo então essa a temática do terceiro estudo. Para verificarmos os efeitos da metodologia sobre o aprendizado, nos afastamos do que é tradicionalmente feito nesse tipo de pesquisa, especialmente ao considerarmos as publicações em periódicos internacionais, em que dados quantitativos são colhidos no início e fim do experimento. Nesse estudo utilizamos análises qualitativas para esse fim, obtendo dados ao longo de todo o experimento. Realizamos análises de conteúdo para a verificação do que ocorreu ao longo do ciclo tutorial, no nível cognitivo e de interação social. Essa metodologia de análise, largamente utilizada na pesquisa qualitativa em

ensino, não é utilizada na pesquisa em ABP, ao menos não com o objetivo supracitado (por exemplo, ROTGANS, 2012). Busco assim, além de observar a ABP de uma forma processual, contribuir para a discussão da validação da metodologia para esse tipo de análise.

Ao ser desenvolvida em McMaster, no Canadá, a ABP teve um caráter de organização curricular. Posteriormente, ela passou a ser utilizada em outras instituições sob outras configurações, isoladamente (por exemplo, em uma disciplina) ou híbrida com outras metodologias de ensino. Grande parte da utilização da ABP no ensino médio e/ou técnico se encaixa na categoria de utilização isolada. Dessa forma, visualizar as possibilidades da metodologia na estrutura curricular para o ensino técnico de nível médio é importante, especialmente observando-se que esse nível de ensino no Brasil ocorre majoritariamente através de currículos compartimentalizados organizados em disciplinas insuladas. Indo ao encontro desse anseio, o quarto estudo apresenta uma proposta de um currículo de caráter híbrido com o uso da ABP para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública.

A proposta construída busca ampliar as discussões sobre as possibilidades que a metodologia possui para o ensino da área técnica da saúde. Propostas curriculares não são novidades na ABP, mas quando observamos o ensino técnico de nível médio no Brasil, é pertinente considerar o ineditismo do presente estudo. Esse estudo já se encontra publicado, na Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde (Reciis), sob o título “Aprendizagem Baseada em Problemas: uma proposta para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública” (Apêndice B).

Ao longo desses quatro estudos, fizemos a análise e discussão dos resultados tendo em mente a contribuição para a discussão acadêmica nessas linhas de pesquisa, auxiliando na compreensão da ABP como um fenômeno de pesquisa em si (através do estudo bibliométrico) e de como os processos intrínsecos da ABP podem ser estudados de formas distintas das que vêm sendo majoritariamente trabalhadas (demais estudos). Contudo, foi continuamente considerada, além do enfoque geral da discussão acadêmica, uma ênfase específica para o ensino médio e técnico, a fim de gerar novas perspectivas que possibilitem uma compreensão mais aprofundada da metodologia de uma maneira geral, mas também com a preocupação adicional de se discutir essas temáticas nesses níveis de ensino.

## **3 OBJETIVOS**

### ***3.1 Objetivo Geral***

Desenvolver uma contribuição teórica e prática no campo da aplicação e da pesquisa na Aprendizagem Baseada em Problemas, com ênfase na educação profissional técnica de nível médio.

### ***3.2 Objetivos Específicos***

- Realizar uma análise bibliométrica da produção acadêmica sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas;
- Descrever a construção de problemas para a Aprendizagem Baseada em Problemas a partir do modelo 3C3R proposto por Hung (2006, 2009);
- Avaliar o potencial do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas para estudantes do ensino técnico de nível médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre;
- Propor um currículo híbrido estruturado na Aprendizagem Baseada em Problemas para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública.

## 4 PRIMEIRO ESTUDO: MAPEANDO O CONHECIMENTO PRODUZIDO SOBRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

### 4.1 RESUMO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) foi sistematizada há mais de quarenta anos. No entanto, ainda não existem trabalhos que buscam visualizar a evolução na produção acadêmica sobre o tema de uma maneira geral ou com alguns enfoques específicos, como no ensino médio e técnico e a produção em língua portuguesa. O presente artigo busca preencher essas lacunas a partir do desenvolvimento de uma análise bibliométrica, observando a produção acadêmica ao nível global e especificamente as produções em língua portuguesa, em ambos os casos realizando a análise também com um enfoque no ensino médio e técnico. Nossos dados permitiram considerar que as pesquisas sobre a ABP ao nível global tiveram um crescimento acentuado desde o final do século XX até os dias atuais, com uma concentração considerável de trabalhos mais impactantes realizados por um grupo de pesquisadores que possuem ou já possuíram ligação com a Universidade de Maastricht. Como desdobramentos dessas pesquisas, ocorreu uma disseminação geográfica (da América do Norte e Europa para a Ásia) e acadêmica (do ensino de medicina para outras áreas biomédicas e engenharia) da produção de pesquisas sobre essa metodologia de ensino. Para o ensino médio e técnico, verificou-se uma produção pouco representativa, provavelmente ocasionada por uma utilização da ABP pouco expressiva. Ao considerar a produção acadêmica em língua portuguesa, observa-se uma concentração na área da saúde, com poucas referências ao ensino médio e técnico.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas; Bibliometria; Escala Global; Língua Portuguesa; Ensino Superior; Ensino Médio; Ensino Técnico.

### 4.2 INTRODUÇÃO

A sistematização da metodologia de ensino conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), no final da década de 1960, representou uma

importante mudança na educação profissional em saúde, já que instituições de ensino superior de diversos países iniciaram novos programas ou reestruturaram seus cursos já existentes com base na ABP (MOUST; VAN BERKEL; SCHMIDT, 2005). Apesar do grande avanço da utilização e na pesquisa em ABP, não existem na literatura trabalhos bibliométricos que analisem a produção sobre o tema em uma ampla escala temporal.

Bibliometria é uma análise quantitativa de características bibliográficas de um corpo da literatura que está em crescimento (LOPES et al., 2017). Ela se utiliza de métodos matemáticos e estatísticos para investigar padrões nas bibliografias de uma certa disciplina (GERDSRI; KONGTHON; VATANANAN, 2013). Esta análise é representada por índices como a produtividade de autores e países, assim como a extensão da produção ao longo do tempo. Tais medidas também são utilizadas para as citações que esses trabalhos possuem e para se observar o impacto desses no seu campo de pesquisa.

Observar o conhecimento científico sob uma perspectiva ampla é um anseio antigo, mas que por ausência de tecnologia capaz de lidar com o montante de dados, era uma tarefa difícil no seu início, na década de 1950 (BORNER; CHEN; BOYACK, 2003). Com o avanço das capacidades da computação, tais análises se tornaram mais acessíveis (BOYACK; KLAVANS; BÖRNER, 2005). A capacidade analítica computacional aumentou muito a partir do início do século XXI, possibilitando a pesquisa do resumo e até de todo o corpo do texto, criando uma nova área denominada “mineração de textos” (*data mining*) (GERDSRI; KONGTHON; VATANANAN, 2013).

A partir de então, estudos bibliométricos vêm sendo conduzidos para mapear a produção acadêmica e de produtos tecnológicos de diferentes campos científicos; determinar padrões de colaboração entre autores, grupos, instituições de pesquisa, definir as principais áreas de investigação e apresentar os impactos das publicações de artigos científicos (GLANZEL; MOED, 2002). Também através desses estudos é possível inferir o conhecimento de um corpo de literatura e sua evolução (GERDSRI; KONGTHON; VATANANAN, 2013).

Alguns trabalhos recentes utilizam a bibliometria para aferir algumas características relacionadas à ABP. Em 2013, Xian e Madhavan realizaram uma análise bibliométrica para verificar a contribuição de Howard Barrows, médico americano que por mais de quarenta anos foi um dos principais pesquisadores e difusores da utilização da ABP no ensino de medicina (XIAN; MADHAVAN, 2013).

Em 2016, Cavalcante publicou uma dissertação de mestrado na qual avaliou parâmetros bibliométricos relacionados à produção em ABP de quatro periódicos da área médica (CAVALCANTE, 2016). Em 2017, Azer fez uma análise bibliométrica para encontrar os artigos mais citados em ABP, mas com um viés de discussão sobre a presença de trabalhos impactantes na educação odontológica (AZER, 2017).

Nenhum dos trabalhos publicados até então fez uma análise ampla da produção acadêmica em ABP, ou considerando especificamente a produção em língua portuguesa. Assim, esse estudo visa responder às seguintes questões de âmbito bibliométrico sobre a ABP: i) observar a evolução da produção científica; ii) identificar a contribuição e impacto das citações dos autores mais produtivos; iii) investigar a importância da colaboração para a produção acadêmica dos autores mais importantes acerca da ABP; e iv) identificar e estudar a contribuição dos jornais que mais publicaram sobre o tema. Para a primeira questão, foi feita a análise a nível global, levando-se em conta produções com foco no ensino médio e técnico, e especificamente a produção em língua portuguesa, ao passo que as demais serão analisadas apenas a nível global.

### **4.3 METODOLOGIA**

A pesquisa em ABP foi visualizada através de uma análise bibliométrica, observando a evolução da produção científica acerca da ABP levando-se em conta a produção mundial, através de busca no banco de dados *Web of Science* (WoS) e os trabalhos em língua portuguesa, via os portais Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e Google Acadêmico (GA), este último através do software *Publish or Perish* (PoP).

A plataforma WoS é mundialmente conhecida e utilizada para buscas bibliográficas. Já a base de dados Scielo vem ganhando destaque internacional há mais de uma década (WLADIMIR J. ALONSO; JURICIC, 2002), e seus periódicos estão sendo progressivamente incorporados à base de dados ISI (*Institute of Scientific Information*, ISI Thomson) (MENEHINI; MUGNAINI; PACKER, 2006), especialmente depois de 2014, após uma parceria entre as instituições. O software PoP permite visualizar parâmetros bibliométricos nas buscas no GA e tem sido utilizado e validado como uma ferramenta para considerar a chamada “literatura

cinza” (por exemplo, anais de conferências) em levantamentos bibliométricos (BENSMAN, 2011; JACSO, 2009).

A busca na plataforma WoS foi realizada em dois momentos, considerando-se sua abrangência: i) produção acadêmica global (geral); ii) com enfoque no ensino médio e técnico (específico). Apesar de a lógica do trabalho ser a descrita acima, a proposta do enfoque específico foi realizada inicialmente, no dia 13 de maio de 2013, pois a princípio, só seria feita essa análise. Porém, como a produção nesses níveis de ensino foi pouco expressiva (ver abaixo), dificultando até o levantamento de parâmetros bibliométricos, optamos por fazer uma nova busca, realizada no dia 12 de fevereiro de 2014, dessa vez sem o refinamento da busca para o enfoque específico. Assim, optamos por descrever a metodologia na ordem lógica e não na sequência temporal realizada.

Para analisar a produção acadêmica sobre a ABP a nível global, foi elaborada a seguinte busca (*query*), aplicada ao campo de busca avançada do WoS, utilizando-se a *Tag Topic* (TS), que abrange os campos título, resumo e palavras-chave: “*problem based learning*” (OR) “*practice based learning*” (OR) “*problem based curriculum*” (OR) “*problem based curricula*”; marcando toda a série temporal disponibilizada no WoS (entre 1945 e 2014). Para a busca com enfoque no ensino médio e técnico, utilizamos descritores disponíveis no sistema MeSH (*Medical Subject Headings*) do NCBI (*National Center for Biotechnology Information*). No portal WoS, inserimos os seguintes termos para a busca, no período entre 2007 e 2013: (ts=(“*problem based learning*” OR “*practice based learning*” OR “*problem based curriculum*” OR “*problem based curricula*” OR “*self directed learning*” OR “*learner centred*” OR “*active learning*” OR “*case study learning*” OR “*investigative case study*” OR “*inquiry learning*” OR “*experimental learning*”).

Posteriormente, refinamos o resultado no próprio WoS para obter apenas os documentos dos seguintes tipos: artigo (*article*), revisão (*review*), editorial ou carta (*letter*). Importamos os resultados das buscas para o programa VantagePoint® v. 8.0, no qual inicialmente fizemos, quando necessário, a filtragem manual de dados que se sobrepunham com relação aos nomes de autores e instituições. Assim, com os resultados das buscas independentes, criamos dois conjuntos de dados: i) Conjunto ABP de escala temporal total (de 1945 até 2014), doravante denominado conjunto ABP-T; ii) Conjunto ABP de escala temporal específica (entre 2007 e 2013), que daqui em diante será denominado conjunto ABP-E.

Para o conjunto ABP-T, selecionamos os seguintes parâmetros no VantagePoint: número de publicações (NP) por ano; NP por tipo de publicação; NP por país; NP por instituição de pesquisa; NP por autor; NP por periódico; número de periódicos citados; o fator de impacto do periódico (IF – *Impact Factor*), obtido do 2013 *Journal Citation Reports* (JCR); número de vezes que um autor foi citado nos trabalhos e número de vezes que uma referência foi citada nos trabalhos.

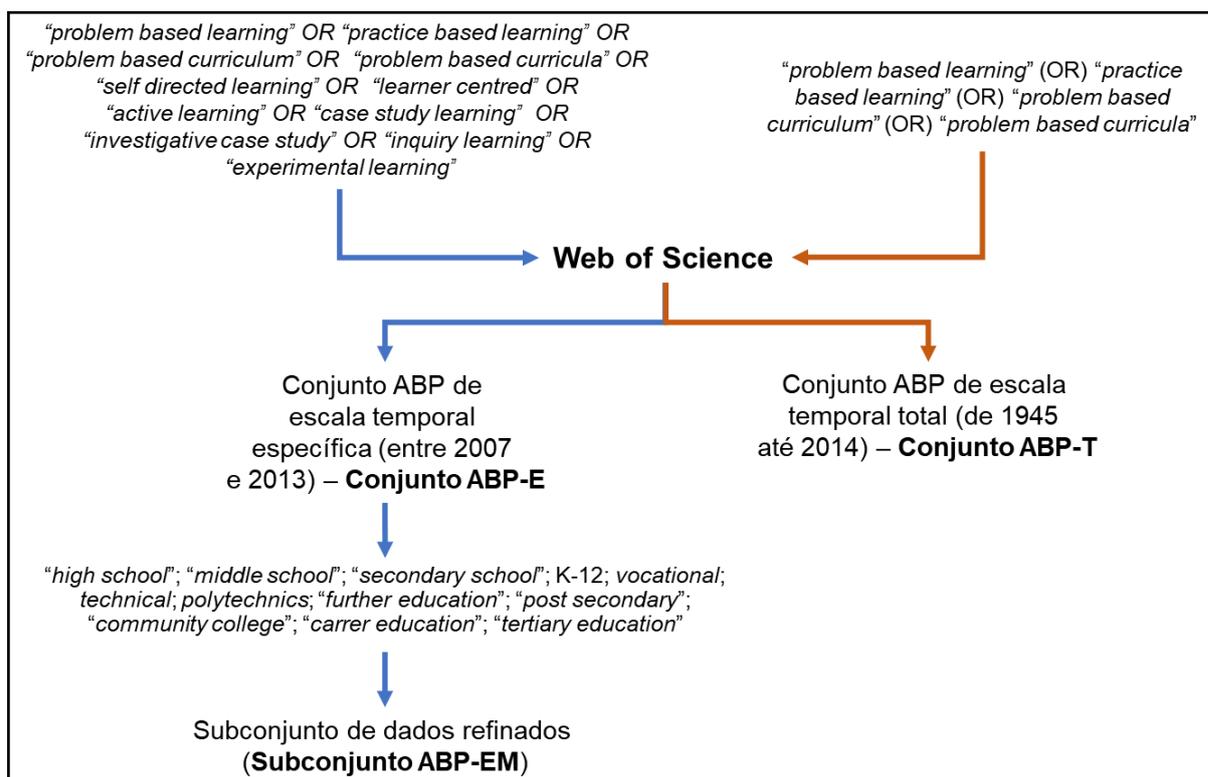
Também observamos os autores de acordo com o número de artigos (P), o número médio de citações por publicações (CPP), proposto por Hsieh e colaboradores (HSIEH et al., 2004), que é obtido da divisão entre o número total de citações e o número total de publicações (C/P), o índice H, que é o valor no qual h trabalhos de um autor possui ao menos h citações (HIRSCH, 2005), e o valor m, que é o valor h dividido pelo número de anos desde a primeira publicação do autor em questão (HIRSCH, 2005). Quando necessário, determinamos os valores de coeficiente de correlação (r) entre determinados parâmetros (por exemplo, CPP e P), e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), ambos obtidos com auxílio do programa BioEstat v. 5.3.

No caso do conjunto ABP-E, os dados importados e trabalhados no software VantagePoint geraram um primeiro banco de dados contendo publicações sobre ABP no Mundo. A partir desse, foi criado um subconjunto de trabalhos relacionados ao ensino médio e à educação profissional técnica. Foram selecionados os trabalhos que continham ao menos uma das seguintes palavras: “*high school*”; “*middle school*”; “*secondary school*”; “*K-12*”; “*vocational*”; “*technical*”; “*polytechnics*”; “*further education*”; “*post secondary*”; “*community college*”; “*carrer education*”; “*tertiary education*”.

A partir deste conjunto foi criado um subconjunto (*subdataset*) para a análise específica das publicações científicas relacionadas ao ensino médio e à educação profissional técnica. Esse subconjunto de dados refinados (Subconjunto ABP-EM) é o que foi utilizado no VantagePoint para gerar informações como o número de publicações por ano e por país. Com o intuito de facilitar a compreensão da metodologia aplicada, fizemos a **Figura 1**, na qual são destacados os fluxos da geração dos conjuntos de dados para as análises bibliométricas descritas até então.

As buscas nas plataformas Scielo e GA ocorreram no dia 28 de dezembro de 2016, e o termo pesquisado foi “Aprendizagem Baseada em Problemas”. Os resultados foram importados para o software Mendeley Desktop, que permite a observação e exclusão de possíveis registros em duplicatas, além de facilitar a

verificação de títulos apenas citados no GA. Foi levantado o número de publicações (NP) por ano e fizemos o refinamento do banco de dados com auxílio do Mendeley, utilizando o termo “ensino médio”. Apesar de, no programa, o refinamento encontrar determinado termo em qualquer seção do corpo do texto, neste caso, os dados importados continham apenas título, autores, ano e periódico, e a busca no Mendeley ficou relativamente restrita. Determinamos os valores de coeficiente de correlação (r) entre a produção acadêmica por ano nas duas plataformas, a fim de verificar se a evolução ocorria de forma semelhante.

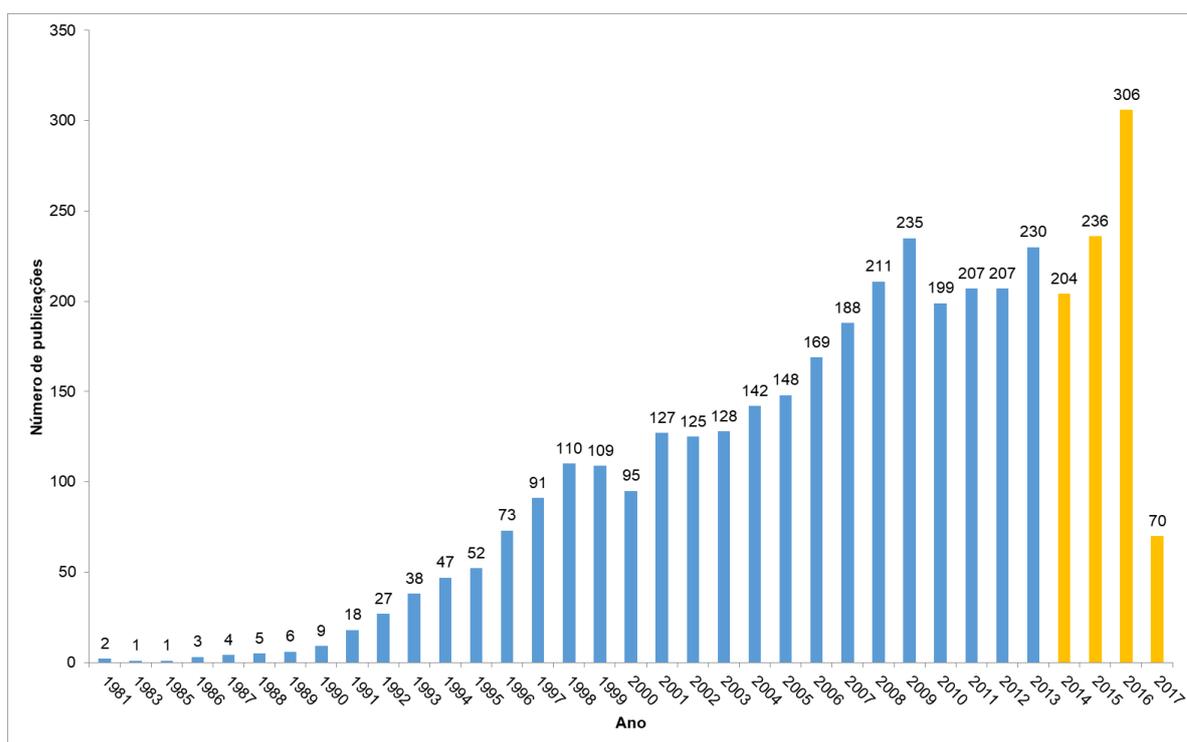


**Figura 1:** Fluxograma da metodologia de criação dos conjuntos de dados ABP-E e ABP-T, e o subconjunto ABP-EM.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto de dados ABP-T gerou um total de 2.990 registros. Desse total, 2.658 eram artigos, 161 editoriais, 95 artigos de revisão e 76 cartas. Com a finalidade de mostrar um quadro mais atual da evolução da produção acadêmica ao longo dos anos seguintes à busca que ocasionou a criação do conjunto de dados ABP-T (em fevereiro de 2014), fizemos uma nova busca com os mesmos parâmetros, em 20 de abril de 2017, gerando a Figura 2. Nesta figura, as barras

azuis são referentes aos dados analisados na bibliometria (Conjunto ABP-T), ao passo que as barras laranjas mostram dados novos, que não passaram pela análise bibliométrica, mas que ilustram como a produção acadêmica em ABP evoluiu ao longo dos anos seguintes. Vale ressaltar que o ano de 2014, apesar de ter a barra toda em laranja na Figura 2, contém uma pequena parcela de publicações do conjunto ABP-T que passaram pela análise bibliométrica (n=8). Porém, como é um valor relativamente diminuto quando se compara ao total de publicações do ano (n=204), ela foi desconsiderada para a criação da Figura 2.



**Figura 2:** Série temporal das publicações entre 1981 e 2013 (barras azuis, representando o conjunto ABP-T) e até 2017 (barras laranjas).

Quando observamos o total de publicações de acordo com a série temporal, verificamos que o primeiro registro presente na WoS data de 1981, tendo um padrão de crescimento relativamente constante durante o período até 2016 ( $r^2=0,95$ ), sendo 2016 o ano com maior número de registros (n = 306, Figura 2). Como a busca foi feita antes da metade do ano de 2017, não é possível dizer se o padrão de expansão da produção é confirmado para o referido ano.

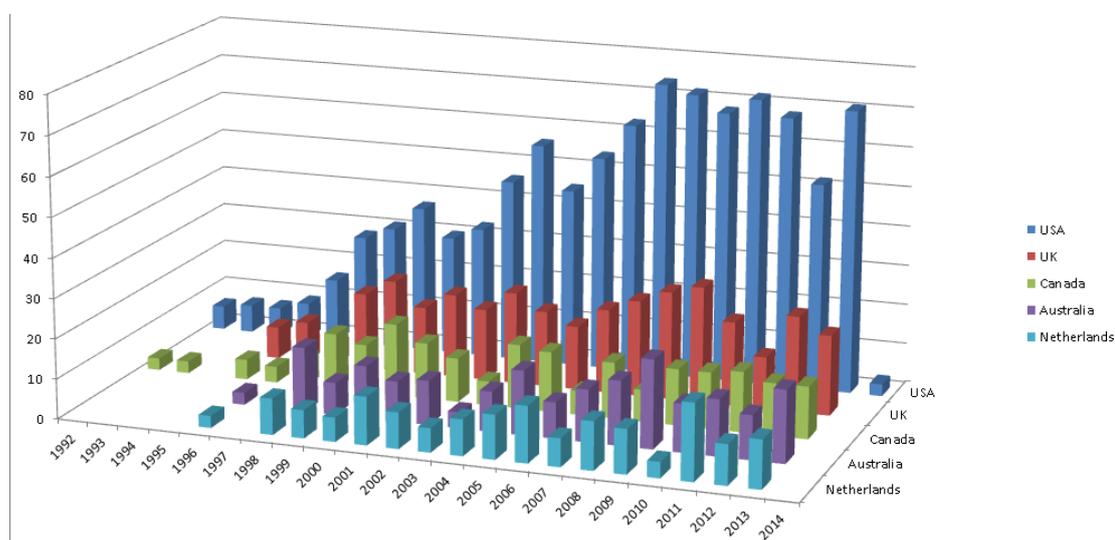
Retomando a discussão acerca do conjunto ABP-T, com relação aos países que mais publicaram, os Estados Unidos figuram como o país com maior expressão (n = 952). De um total de 80 países da amostra, os 15 países que mais publicaram corresponderam a 85,3% do total de registros encontrados (n = 2.551, Tabela 1),

sendo que apenas os Estados Unidos foram responsáveis por 31,9% da produção entre os países listados.

**Tabela 1:** Países com maior produção entre 1992 e 2013.

País	Número de trabalhos	
	Total	%
Estados Unidos	952	31,9
Reino Unido	362	12,1
Canadá	230	7,7
Austrália	216	7,2
Holanda	166	5,6
China	92	3,1
Alemanha	83	2,8
Turquia	76	2,5
Suécia	67	2,2
Taiwan	67	2,2
Espanha	56	1,9
Cingapura	51	1,7
Japão	47	1,6
África do Sul	45	1,5
Brasil	38	1,3
<b>Total</b>	<b>2551</b>	<b>100</b>

A Figura 3 mostra a evolução da produção dos cinco países com maior quantidade de registros entre o período de 1992 e 2014. Pode se observar um aumento consistente na produção acadêmica sobre a ABP nos Estados Unidos ( $r^2=0,89$ ), especialmente a partir do século XXI, tendo os demais países uma produção relativamente errática ao longo da série temporal, mas superior ao encontrado no período anterior, na década de 1990.



**Figura 3:** Evolução da produção dos países entre 1992 e 2014.

Na Tabela 2, listamos os autores que publicaram ao menos dez trabalhos sobre a ABP durante o período. Henk G. Schmidt e Cees P. M. Van der Vleuten foram os mais produtivos, ambos com 56 publicações. No entanto, o primeiro foi o mais citado, com 2.359 citações e com o maior índice H ( $H = 21$ ). O autor com maior valor CPP foi Cindy E. Hmelo-Silver ( $CPP = 64,6$ ), e o maior valor m foi obtido pelo autor Jerome I. Rotgans ( $m = 1,3$ ).

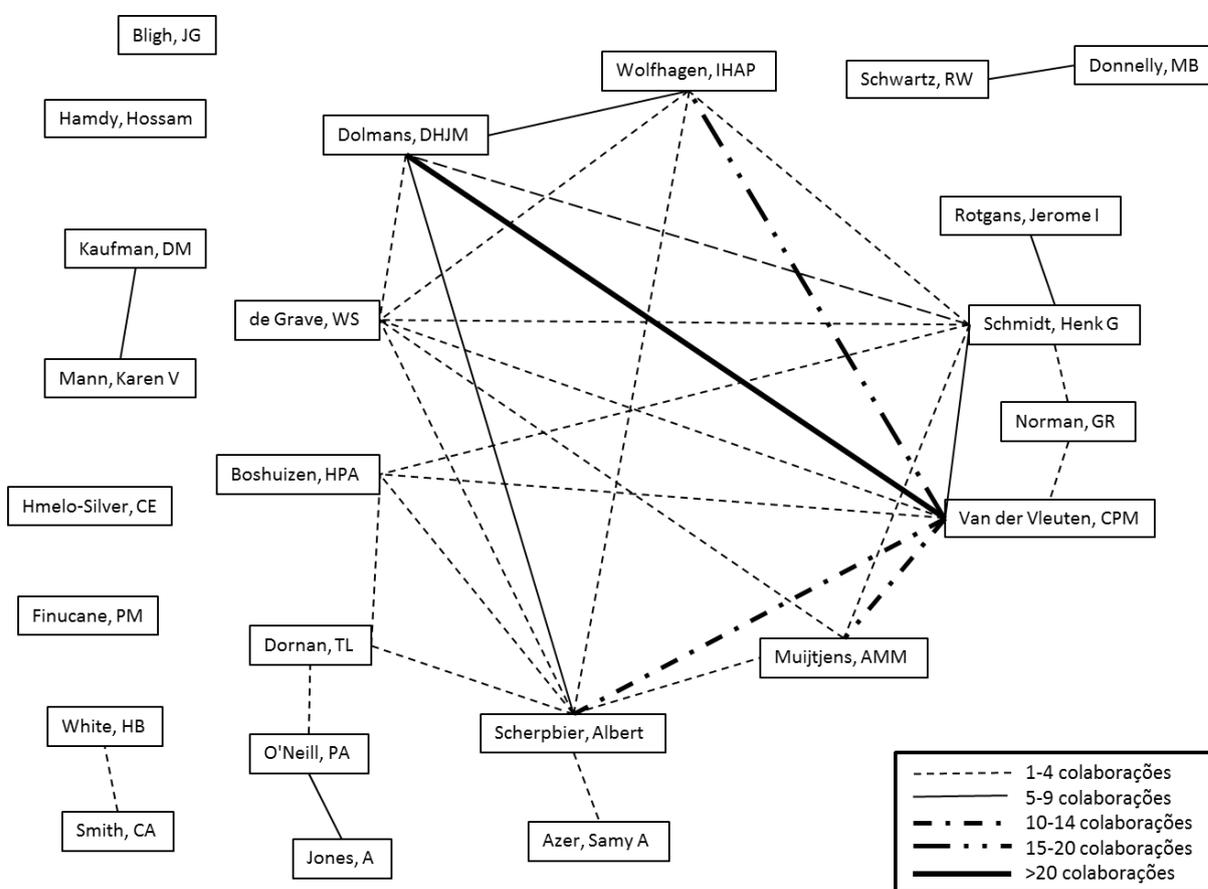
**Tabela 2:** Lista de autores que publicaram ao menos 10 trabalhos relativos a ABP (onde: P = número de publicações; C = Total de citações;  $C_r$  = ranking em C;  $CPP_r$  = ranking em CPP;  $H_r$  = ranking no índice H e  $m_r$  = ranking no valor m).

Autor	P	C	$C_r$	CPP	$CPP_r$	Índice H	$H_r$	Valor m	$m_r$
Schmidt, H. G.	56	2359	1	42,1	3	21	1	0,7	5
Van der Vleuten, C. P. M	56	1335	2	23,8	9	20	2	1,0	2
Dolmans, D. H. J. M.	49	904	4	18,4	11	16	3	0,8	4
Scherpbier, A.	30	744	6	24,8	7	16	3	1,0	2
Azer, S. A.	25	189	15	7,6	19	7	16	0,5	11
Wolfhagen, I. H. A. P.	20	480	7	24,0	8	12	5	0,6	6
Smith, C. A.	19	54	23	2,8	23	4	22	0,2	23
Muijtjens, A. M. M.	18	189	15	10,5	17	9	11	0,6	6
Norman, G. R.	18	1155	3	64,2	2	12	5	0,5	11
O'Neill, P. A.	16	289	10	18,1	12	11	7	0,6	6
White, H. B.	16	20	24	1,3	24	3	24	0,2	23
Kaufman, D. M.	14	249	12	17,8	13	10	9	0,5	11
Dornan, T. L.	13	232	13	17,8	13	8	13	0,5	11
Boshuizen, H. P. A.	12	462	8	38,5	4	10	9	0,6	6
de Grave, W. S.	12	365	9	30,4	5	8	13	0,5	11
Hamdy, H.	12	86	19	7,2	20	6	18	0,4	17
Hmelo-Silver, C. E.	12	775	5	64,6	1	11	7	0,6	6
Schwartz, R. W.	12	86	19	7,2	20	6	18	0,3	20
Bligh, J. G.	11	167	17	15,2	15	7	16	0,4	17
Donnelly, M. B.	11	86	19	7,8	18	6	18	0,3	20
Finucane, P. M.	11	150	18	13,6	16	6	18	0,3	20
Mann, K. V	11	210	14	19,1	10	8	13	0,4	17
Jones, A.	10	277	11	27,7	6	9	11	0,5	11
Rotgans, J. I.	10	67	22	6,7	22	4	22	1,3	1

Vale também destacar os altos valores C, H e m dos quatro primeiros autores listados na Tabela 2, apesar dos valores intermediários de CPP, o que denota um impacto relevante de algumas de suas publicações. Faz-se necessário destacar que os valores calculados com relação ao impacto da produção (i.e. CPP, índice H e valor m) foram obtidos utilizando-se o banco de dados levantado pela busca realizada no WoS, desconsiderando-se, portanto, quaisquer trabalhos (e seus impactos acadêmicos) que não foram apontados na busca, por exemplo, por se

tratarem de publicações em outros assuntos que não ABP, ou por não estarem presentes os termos escolhidos pela busca.

Ao analisarmos as coautorias entre os autores listados na Tabela 2, geramos um mapa ilustrativo com os dados levantados pelo VantagePoint (Figura 4). Verificamos que existe uma rede de colaboração entre os quatro autores mais produtivos (Figura 4) e outros cinco autores, todos pesquisadores que são ou foram da Universidade de Maastricht, da Holanda. Observa-se que Henk G. Schmidt e Cees P. M. van der Vleuten são os autores com maior interação com os demais, porém o último possui uma colaboração mais intensa com os autores da rede mostrada na Figura 4.



**Figura 4:** Quadro de relações de coautorias entre os autores mais produtivos, listados na Tabela 2.

Tais constatações indicam que, apesar dos EUA figurarem como o país que mais publicou sobre o assunto, a Holanda, quinta colocada nesse quesito (Tabela 1), possivelmente é o país com maior impacto na pesquisa em ABP. Este país possui um grupo de pesquisadores que em muito contribuíram, tanto em quantidade como em qualidade de suas publicações, medida pelos índices relativos às citações de

seus trabalhos (Tabela 2, Figura 4) e respondem em grande parte pela produção do país, que é relativamente constante sobre a temática da ABP (Figura 3).

Pertinente dizer que a Figura 4 não mostra todas as relações de coautorias, então aqueles cujas redes de interação são fracas ou inexistentes não necessariamente não possuíram colegas trabalhando nos artigos. Vale mencionar que, em alguns casos, os autores da Figura 4 realmente fizeram grande parte de sua produção acerca da ABP como único autor.

Apesar dessa rede de colaboração mostrada na Figura 4, existem outros autores que vêm ganhando importância no cenário da pesquisa em ABP. Cindy E. Hmelo-Silver, por exemplo, não possui trabalhos em parceria com esses pesquisadores, porém a mesma vem ganhando destaque no debate sobre o tema. Apesar de haver publicado relativamente poucos trabalhos, esses possuem alto valor de citações, tornando-a a primeira no *ranking* com relação à CPP, além de possuir um valor de índice H relativamente alto com relação ao universo mostrado na Tabela 2, o que permite inferir que já existe uma quantidade relativamente alta de trabalhos que essa autora publicou e que foram considerados importantes por seus pares. O autor Jerome I. Rotgans também merece destaque, por possuir o maior valor *m* (Tabela 2), o que indica um grande impacto de seus trabalhos na comunidade acadêmica num curto período (sua primeira publicação data de 2011). Até a época em que essa análise foi feita, em 2014, o autor pertencia a uma instituição da Cingapura, a *Nanyang Technological University*, país com destaque recente entre os com maior produção sobre o tema (Tabela 1), e é interessante também notar a parceria, em seus trabalhos, com Henk G. Schmidt (Figura 4). Atualmente, o pesquisador se encontra na Universidade de Erasmus, Holanda. Essa relação entre os autores denota o esforço colaborativo para a implantação da metodologia em outros países, bem como a disseminação geográfica da produção de trabalhos que possuem impacto na comunidade acadêmica.

A forte rede de interação acadêmica entre pesquisadores ligados à Universidade de Maastricht, ilustrada na Figura 4, destaca que esse é um grupo que trabalha em intensa colaboração. Porém, é possível que haja uma correlação entre coautoria desses pesquisadores e a eventual ocorrência de autocitações ou citações cruzadas, o que aumentaria os índices relativos às citações de seus trabalhos. No entanto, tais questionamentos estão fora do escopo desse trabalho, e mesmo que tal hipótese se confirmasse, esse é um fato que gera grandes discussões em estudos bibliométricos, pois sua presença pode indicar desde um processo natural de

crescimento no conhecimento na área (por exemplo, para aumentar a validade de um argumento), até uma ferramenta para inflacionar a citação de seus trabalhos (PICHAPPAN; SARASVADY, 2002).

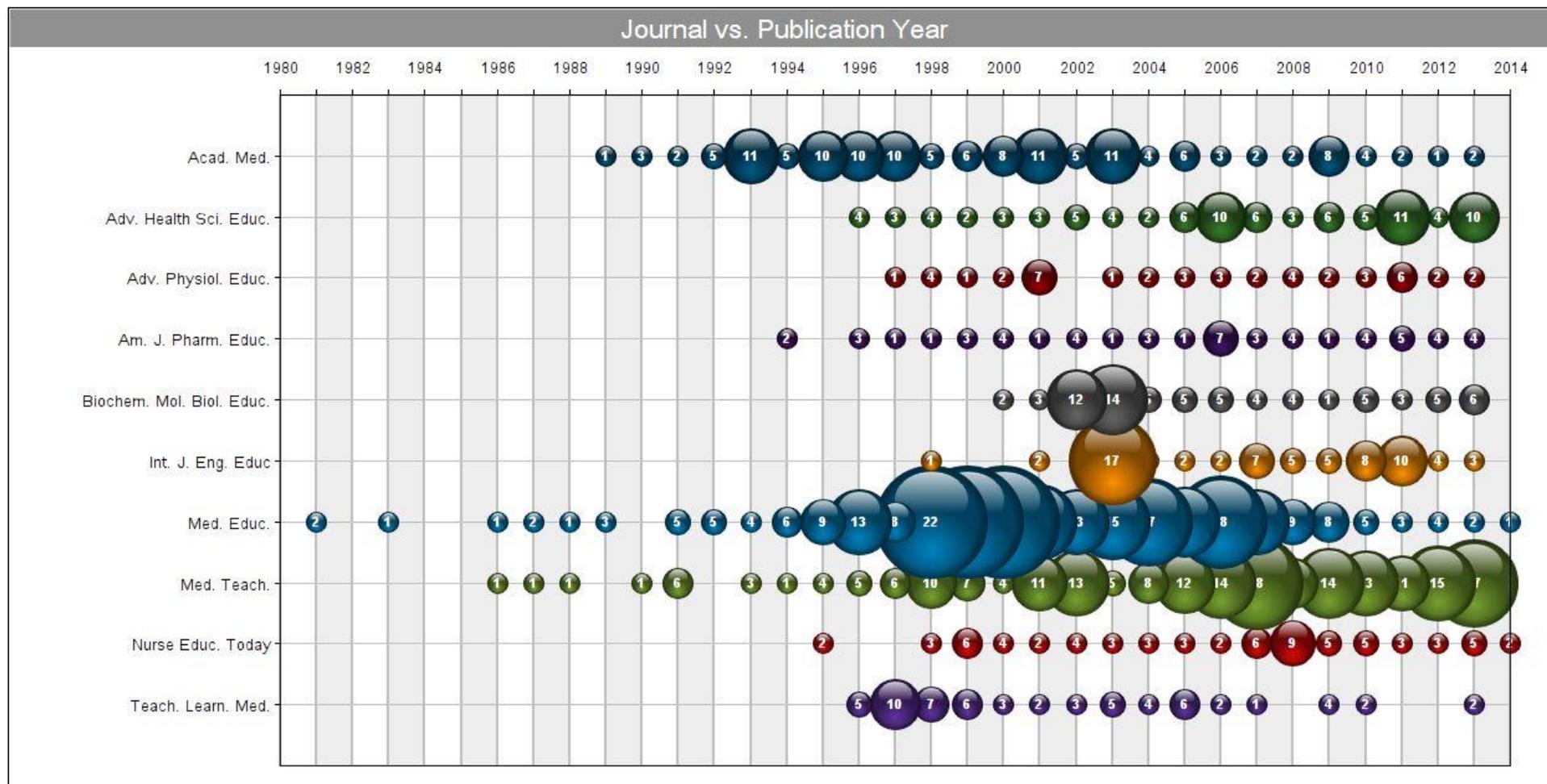
Com relação aos periódicos com maior impacto, listamos na Tabela 3 aqueles com ao menos 25 publicações. Obtivemos 18 periódicos, sendo 66,7% da área de educação em saúde. Desse total, 41,7% corresponde ao ensino na área médica, e a segunda área mais significativa desse universo é a do ensino de enfermagem (16,7% do total). Os demais periódicos listados são voltados para a área de ensino de ciências, bioquímica e engenharia. O jornal com maior número de trabalhos publicados sobre a ABP foi o *Medical Education*, com 263 publicações, sendo também o mais citado (6.248 citações), com o maior valor de índice H (38), além de possuir o maior IF entre os periódicos listados. O periódico com maior CPP foi o *Academic Medicine* (37,5), obtendo também o maior valor *m* (1,4). Vale destacar o avanço em publicações de impacto do periódico *Journal of Dental Education*, que mostra destaque devido ao seu valor *m* de 1,1 (Tabela 3). Apesar de ter poucas publicações, as mesmas vêm sendo veiculadas recentemente, apenas desde 2007, com citações de seus trabalhos sendo obtidos de forma consistente.

**Tabela 3:** Valores relativos à publicação por periódico (P = Total de publicações; C = Total de citações; IF = *Impact Factor*).

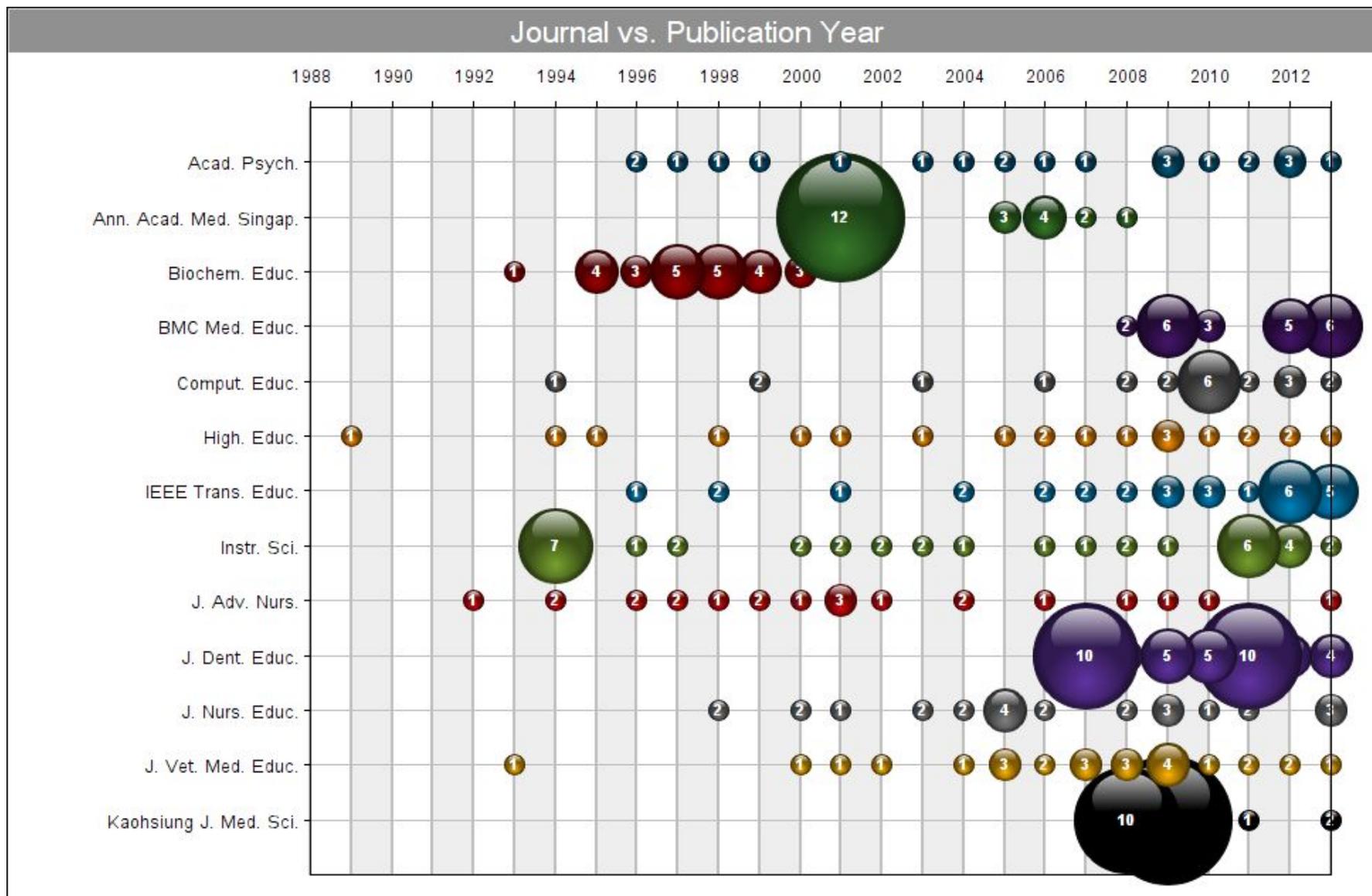
Jornal	P	C	CPP	Índice H	Valor <i>m</i>	IF
Med. Educ.	263	6248	23,8	38	1,2	3,546
Med. Teach.	211	1729	8,2	20	0,7	1,824
Acad. Med.	137	5143	37,5	34	1,4	3,292
Adv. Health Sci. Educ.	91	853	9,4	19	1,1	2,061
Biochem. Mol. Biol. Educ.	74	252	3,4	9	0,6	0,702
Nurse Educ. Today	70	591	8,4	16	0,8	1,218
Int. J. Eng. Educ	68	259	3,8	7	0,4	0,290
Teach. Learn. Med.	62	536	8,6	13	0,7	0,935
Am. J. Pharm. Educ.	56	345	6,2	10	0,5	--
Adv. Physiol. Educ.	45	293	6,5	10	0,6	1,217
J. Dent. Educ.	41	198	4,8	8	1,1	0,989
Instr. Sci.	36	401	11,1	12	0,6	--
IEEE Trans. Educ.	30	279	9,3	11	0,6	0,950
J. Nurs. Educ.	26	208	8,0	9	0,6	1,133
J. Vet. Med. Educ.	26	132	5,1	7	0,3	0,65
Biochem. Educ.	25	84	3,4	6	0,3	0,702
Kaohsiung J. Med. Sci.	25	40	1,6	4	0,7	0,502

Ao analisarmos a série temporal com relação à quantidade de trabalhos publicados em cada periódico, podemos observar que *Medical Education* teve um pico de publicações sobre a PBL entre 1995 e 2009 (Figura 5). Porém, verificamos um aumento nas publicações sobre o tema nos periódicos *Medical Teacher* (a partir de 2004) e *Journal of Dental Education* (a partir de 2007), a segunda revista que mais publicou sobre o tema durante todo o período e a revista não-médica com maior valor m, respectivamente (Tabela 3). O periódico com maior valor de CPP, *Academic Medicine*, publicou sobre o tema de forma relativamente consistente entre 1993 e 2003 (Figura 5). Os demais periódicos mostrados na Figura 5 ou vêm publicando sobre a PBL de forma constante ao longo dos anos (por exemplo, *Nurse Education Today*) ou tiveram grandes picos de publicação sobre o tema seguido de períodos nos quais se publica muito pouco ou nada sobre a PBL (por exemplo, *Biochemical Education*).

Das informações contidas na Tabela 3 e na Figura 5, pode-se depreender que a ABP, surgida inicialmente para o ensino de Medicina, tomou força em sua própria área ao longo dos anos, e a pesquisa com a metodologia vem se disseminando nas demais áreas da saúde, notadamente no ensino de enfermagem e odontologia, na biologia, particularmente no ensino de bioquímica, e no ensino de engenharia. Também importante notar a presença de periódicos da Ásia entre os mais prolíficos (Tabela 3), o que indica uma disseminação geográfica da pesquisa em ABP.



**Figura 5:** Quadro mostrando a quantidade de publicações dos periódicos listados na Tabela 3 entre 1980 e 2014.



Continuação da Figura 5

O conjunto ABP-E continha 3.562 registros (publicações científicas). A criação do *subdataset* (Subconjunto ABP-EM) indicou que, inicialmente, 275 das 3.562 publicações poderiam estar relacionadas diretamente com o uso da ABP no ensino médio e na educação profissional técnica, ou seja, 7,7% do total encontrado. Porém, foi feita uma classificação desses trabalhos com relação à metodologia de ensino empregada e ao público a que esses se dirigiam. Para tanto, foi realizada a leitura das informações contidas nos títulos, resumos e palavras-chave das publicações e, sempre que necessário, a leitura do texto inteiro.

Verificou-se que apenas 47 publicações (1,3% do conjunto ABP-E, ou 17,1% do subconjunto ABP-EM) tinham como objeto de estudo a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino médio e na educação profissionalizante, sendo 35 trabalhos relacionados ao uso da ABP no ensino médio e outros 12 à educação profissionalizante (Tabela 4). Os demais trabalhos do subconjunto ABP-EM (228 registros) tratavam de outras metodologias ativas de ensino, tais como aquelas representadas por expressões como “Active Learning”, que correspondeu a 64 publicações.

**Tabela 4:** Trabalhos científicos obtidos na busca na *Web of Science* (Subconjunto ABP-EM), de acordo com seu objeto de estudo.

<b>Objeto de Estudo</b>	<b>Ensino Médio</b>	<b>Ensino Técnico</b>
Efeitos da aplicação da ABP no aprendizado	16	2
Efeitos do uso de Novas Tecnologias em ABP	7	4
Estudos mistos (descritivos e observacionais)	1	0
Descrição de metodologia e/ou de implantação de currículo ou curso utilizando a ABP	5	3
Desenvolvimento de Novas Tecnologias para uso em ABP	2	2
Influência do professor no aprendizado em ABP	0	1
Revisão dos efeitos da ABP no aprendizado	4	0
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>12</b>

Ao observar os objetos de estudo dos trabalhos desse grupo, verificamos que, para o ensino médio, o estudo da ABP parece estar mais consolidado, pois identificamos uma acentuada produção com relação aos efeitos da aplicação da metodologia, bem como a publicação de revisões, ao passo que para o ensino profissionalizante tais estudos são escassos, mesmo considerando que para esse

nível de ensino o uso de novas tecnologias consorciado com a ABP é mais desenvolvido e aplicado (Tabela 4).

Apesar da produção acadêmica sobre a ABP no ensino médio e técnico ainda não apresentar a pujança observada no Ensino Superior, verifica-se que a metodologia vem sendo estudada de forma consistente, particularmente em alguns países e instituições. Importante destacar que 13 (27,7%) dos trabalhos levantados na Tabela 4 ocorreram em cursos nos quais a Aprendizagem Baseada em Problemas é parte integrante do currículo, indicando um processo de consolidação da ABP no ensino médio e vocacional.

A análise da produção acadêmica em língua portuguesa foi inicialmente observada a partir do conjunto ABP-T, haja visto que o programa VantagePoint permite observar diretamente os trabalhos acadêmicos relacionados a um determinado país. Ao focar na produção acadêmica brasileira, de acordo com os dados obtidos no levantamento realizado no WoS, verificamos que tais pesquisas estão mais centradas no ensino superior da área de saúde (Tabela 5). O número total de disciplinas (n=39, Tabela 5) excede o número de artigos (n=38, Tabela 1), pois um deles (PASSOS et al., 2006) trata de um estudo feito em uma disciplina optativa que tinha como público alunos dos cursos de Medicina e Nutrição. Dessas áreas de foco presentes na Tabela 5, apenas três estudos eram relacionados ao ensino médio (disciplinas Biologia e Química).

**Tabela 5:** Disciplina ou área foco das publicações brasileiras presentes no levantamento feito no *Web of Science* em 12 de fevereiro de 2014.

<b>Disciplina (ou área)</b>	<b>Publicações</b>
Medicina	10
Enfermagem	4
Saúde (geral)	5
Educação Física	3
Engenharia	4
Computação	1
Biologia (ensino médio)	2
Química (ensino médio)	1
Trabalhos teóricos	9
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>

Apesar de os dados compilados na Tabela 5 mostrarem uma pequena parte da produção acadêmica brasileira (apenas aquela obtida no levantamento no WoS),

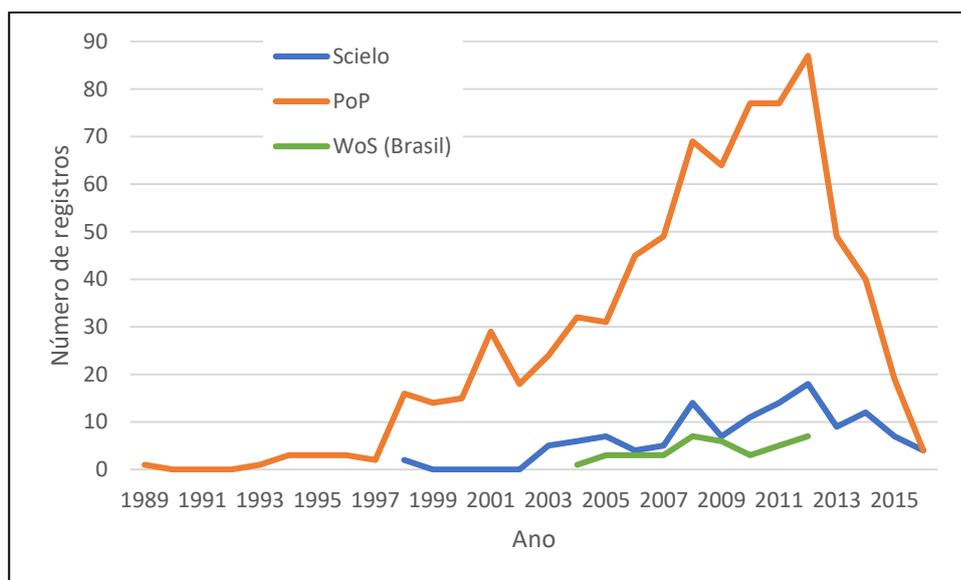
ela provavelmente reflete um quadro fidedigno da pesquisa em ABP no Brasil, no qual, assim como no restante do mundo, as áreas em que a metodologia vem sendo majoritariamente estudada relacionam-se a cursos superiores da área da saúde (Figura 5, Tabela 5).

Com a finalidade de abranger a maior quantidade possível de trabalhos acadêmicos produzidos em língua portuguesa, consideramos a realização das buscas nas plataformas Scielo e GA, que conseguem obter informações de publicações ausentes no WoS. Para o primeiro, foram obtidos 125 registros. O software PoP deu um retorno de 1.000 registros (o máximo que o software consegue fornecer). Fazendo a busca no próprio GA, a plataforma fornece 4.810 resultados, mas vale salientar que, quando se considera trabalhos com ao menos duas citações, o PoP fornece 800 registros, ou seja, os trabalhos com maior impacto (isto é, os mais citados) encontram-se na análise que o software fornece. Exemplificando, apenas 421 trabalhos levantados pelo PoP possuem mais de cinco citações. Então, os trabalhos com ao menos duas citações foram importados para o Mendeley, que, após retirada de duplicatas e citações, resultou em um diretório com 772 registros.

A Figura 6 ilustra a evolução da produção acadêmica ao longo do tempo que as plataformas WoS (com relação ao Brasil), Scielo e GA (através do software PoP) obtiveram nas buscas bibliográficas. Apesar de as buscas no Scielo e GA levarem em consideração a produção de outros países, já que trabalhos que possuem o termo “aprendizagem baseada em problemas” não são exclusivos do Brasil, permitem observar a evolução dessa produção nesse país de uma maneira geral. O primeiro registro obtido foi do ano 1989, com maior número de registros a partir do final do século XX, sendo que os anos mais produtivos levantados nas plataformas Scielo e GA ocorreram praticamente em um período de dez anos, entre 2004 e 2014, havendo uma queda a partir de 2013. Os dados da plataforma WoS com relação ao Brasil, vindos do conjunto ABP-T, tiveram um padrão errático de evolução ao longo dos anos.

É possível afirmar, no entanto, que a evolução da ocorrência de registros ao longo do período ocorreu de forma semelhante nas plataformas Scielo e PoP, aderindo-se a um padrão de correlação entre as mesmas ( $r = 0,89$ ). É importante salientar que o baixo número de artigos a partir de 2012 (Figura 6) provavelmente é enviesado pelo fato de que, na nossa busca, elencamos artigos já citados ao menos duas vezes. Tendo ciência de que o processo de publicação em muitos periódicos é relativamente moroso, é possível ao menos cogitar que essa queda não

necessariamente ocorreu na produção acadêmica total sobre o tema. O refinamento do banco de dados buscando o termo “ensino médio” obteve no diretório PoP, nove registros, ao passo que a plataforma Scielo não teve nenhum trabalho com esse termo. Apesar de suas restrições, a referida busca reflete o que fora encontrado no parâmetro mundial (Tabela 4), salientando a pertinência da observação dos efeitos da ABP nesse nível de ensino.



**Figura 6:** Evolução da produção acadêmica relacionada à ABP de acordo com as plataformas WoS (relativo ao Brasil), Scielo e Google Acadêmico (obtida por meio do software PoP).

Tendo a perspectiva de gerar um panorama da utilização da ABP no Brasil e no ensino médio e técnico, observamos uma utilização seminal dessa metodologia, mas que, pela evolução da utilização da ABP no Ensino Superior e pela identificação dos fatores acima apresentados sobre seu uso no ensino médio e técnico, particularmente com relação às instituições nas quais a ABP é parte integrante do currículo, é latente a validade de sua utilização nesse nível de ensino. Essas informações reforçam a ideia de que o emprego dessa estratégia de ensino ainda se concentra fortemente no ensino superior e que, conseqüentemente, há a necessidade de se aplicar e de se discutir a inserção da ABP em outros níveis de ensino no Brasil e no Mundo (FILHO et al., 2010; LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011).

## **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos dados obtidos, podemos considerar que a pesquisa sobre a ABP a nível mundial teve um crescimento acentuado desde o final do século XX até os dias atuais. Muitos dos trabalhos impactantes foram realizados por um grupo de pesquisadores que tem ou já possuíram ligação com a Universidade de Maastricht, instituição holandesa que pode ser considerada como um importante polo de divulgação da metodologia. O avanço na produção acadêmica teve desdobramentos que se relacionam à disseminação geográfica e acadêmica do uso e da pesquisa na área. Também é válido observar que o cálculo de várias medidas de cunho bibliométrico foi interessante para destacar algumas características com relação à produção de países (Figura 3), autores desses países (Tabela 2 e Figura 4) e publicações de periódicos sobre a ABP (Tabela 3 e Figura 5). Tais resultados sugerem a validade dessa prática, já que obtivemos informações que seriam perdidas no caso da utilização de apenas um parâmetro, como é usual em análises bibliométricas.

Com a análise dos trabalhos publicados com relação ao ensino médio e técnico, é possível afirmar que as pesquisas sobre a ABP nesses níveis de ensino ainda são iniciais. Porém, consideramos que, no ensino médio, seu uso e pesquisa estão mais consolidados, haja visto a presença de estudos relatando implantações curriculares da ABP e trabalhos de revisão, o que não se observou para o ensino técnico. Ainda assim, a produção nesses níveis de ensino corresponde a uma parcela muito ínfima do universo amostrado.

Com relação às pesquisas acadêmicas em língua portuguesa, verificamos que essa possui forte viés para o ensino superior, notadamente cursos da área de saúde, semelhante ao que ocorre de uma maneira geral na pesquisa em ABP. Apesar de pouco expressivas, a produção em língua portuguesa e no ensino médio e técnico mostram-se em crescimento, e é válido inferimos que isso tende a persistir, frente aos indícios da validade da utilização da ABP em escala global.

Por ser, pelo nosso conhecimento, a primeira análise bibliométrica relacionada aos temas debatidos, o presente trabalho busca prover uma base inicial para o debate acadêmico no campo da bibliometria da pesquisa em ABP. Futuras pesquisas poderiam se concentrar na visualização de outras redes de colaboração que possam existir no campo da pesquisa em ABP, e qual a intensidade de comunicação entre essas redes. Adicionalmente, seria importante realizar novas

análises em bases de dados mais abrangentes, como bancos de teses e anais de eventos científicos, para verificar a produção em língua portuguesa e com um viés específico para o ensino médio e técnico.

## 5 SEGUNDO ESTUDO: A CONSTRUÇÃO DE PROBLEMAS A SEREM UTILIZADOS NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

### 5.1 RESUMO

Dentre os trabalhos publicados sobre a criação de problemas a serem utilizados nos ciclos tutoriais, poucos tratam o assunto de forma descritiva. Na maioria das vezes, tais trabalhos visaram prover características gerais de um bom problema, baseados majoritariamente em idiossincrasias e observações empíricas. A proposta feita por Hwei Wung em dois trabalhos (2006, 2009) talvez seja um dos poucos esforços acadêmicos no sentido de desenvolver efetivamente uma metodologia de criação de problemas adequados aos estudantes, para que esses possam adquirir o conhecimento almejado e serem capazes de conduzir seu processo de aprendizado. Nesse capítulo, descrevemos a proposta de Hung, do modelo conhecido como 3C3R, e fornecemos um exemplo de problema criado com a metodologia para o ensino de Biologia, visando utilizá-lo com estudantes do ensino médio sem experiência com a ABP. Ao final, discutimos acerca da validade da metodologia para esse fim no exemplo criado e em outras situações.

**Palavras chave:** Criação de Problemas; Aprendizagem Baseada em Problemas; 3C3R; Biologia; Ensino Médio.

### 5.2 INTRODUÇÃO

Na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o problema, também chamado de situação-problema, é o ponto de partida do que se conhece como ciclo tutorial da ABP (DOLMANS; GIJBELS, 2013; STEPIEN; PYKE, 1997). Durante esse ciclo, inicialmente os alunos são apresentados ao problema que, resumidamente, descreve uma situação ou um fenômeno que exige uma solução ou explicação (SCHMIDT, 1983). A seguir, eles discutem, com base nos seus conhecimentos prévios, e criam hipóteses sobre qual seria a solução desse problema. Tendo como base essas hipóteses, os alunos elaboram planos individuais de estudo, nos quais cada estudante será responsável por juntar informações relativas a uma seção do problema que não é plenamente compreendida (HMELO-SILVER, 2004).

Essas etapas descritas até então são mediadas pelo professor-tutor, cujo papel é direcionar os alunos para as diferentes etapas do ciclo, acompanhar a discussão e intervir em momentos chave (por exemplo, quando os alunos se distanciam muito dos objetivos instrucionais). Então, o grupo se separa e os estudantes realizam as pesquisas previamente acordadas, de forma individual, no que se conhece como estudo autogerido (*self-directed learning* – SDL). Após essa fase, os alunos se reúnem novamente para relatarem o que foi encontrado sobre o assunto e, através de uma rediscussão, revisitam a hipótese feita anteriormente, ajustando-a com base nos conhecimentos adquiridos (HMELO-SILVER, 2004).

Todo esse ciclo é influenciado pelo problema, que é considerado o ponto central da ABP (SOCKALINGAM; SCHMIDT, 2011). A qualidade do problema pode afetar o interesse do aluno, a discussão em grupo e o tempo despendido em SDL (SCHMIDT; MOUST, 2010). Por exemplo, um problema com excesso de conteúdos pode distrair os alunos do conteúdo pretendido, ao passo que um problema com falta de informações pode dificultar a aquisição do que se pretende nos objetivos de aprendizagem (HUNG, 2009). Com base em diversas revisões (DOLMANS et al., 1997; HMELO-SILVER, 2004; HUNG, 2006; JONASSEN; HUNG, 2008; SCHMIDT, 1983), atribui-se a um bom problema as seguintes características: i) deve ser complexo; ii) semiestruturado (*ill-structured*); iii) aberto (isto é, com várias soluções possíveis); iv) realístico e conectado com o cotidiano profissional e/ou da vida dos estudantes a que se direciona e v) adaptado aos conhecimentos prévios e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Apesar de sua importância, a construção de problemas é um tema relativamente negligenciado pela pesquisa em ABP, em comparação com outros assuntos, como a efetividade da ABP como metodologia educacional e o papel do tutor no ciclo tutorial (HUNG, 2016; SCHMIDT; MOUST, 2010). Talvez por isso, recomendações de que se façam estudos nessa área são cada vez mais presentes na literatura (DOLMANS; GIJBELS, 2013). Usualmente, tais trabalhos discorriam sobre diretrizes gerais para a formulação de problemas e quais componentes deviam estar presentes (AZER et al., 2012; DOLMANS et al., 1997; HMELO-SILVER, 2004; LIMA; LINHARES, 2008; TORP; SAGE, 2002), além de categorizações de problemas a serem utilizados para diferentes fins instrucionais (SCHMIDT; MOUST, 2010).

No Brasil, destaca-se o trabalho de Zanon e Queiroz (2013), no qual classificam várias situações-problema formuladas por pós-graduandos em Química a

partir da linguagem utilizada (científica ou comum) e se a questão era aberta (deixando o aluno com dúvidas sobre o objetivo instrucional) ou fechada (possivelmente fora da realidade, descontextualizada). O trabalho constatou que grande parte das situações-problema eram abertas e utilizavam linguagem científica (ZANON; QUEIROZ, 2013). Posteriormente, Queiroz e Cabral (2016) organizaram um livro no qual se encontram casos investigativos (uma vertente da ABP, ver SÁ; QUEIROZ, 2010) produzidos por pós-graduandos, no qual constam adicionalmente algumas informações referentes às fontes de inspiração, possíveis soluções para o problema e proposta para aplicação em sala de aula (QUEIROZ; CABRAL, 2016).

Apesar da importância de tais pesquisas, ainda são relativamente escassos na literatura trabalhos que visaram criar metodologias sistemáticas para a formulação de problemas. Diante de todo o referencial teórico pesquisado, com auxílio das informações obtidas pela busca bibliométrica (Capítulo 1), o único pesquisador que propôs uma metodologia sistemática de formulação de problemas foi Woei Hung, em dois trabalhos da década passada (HUNG, 2006, 2009).

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

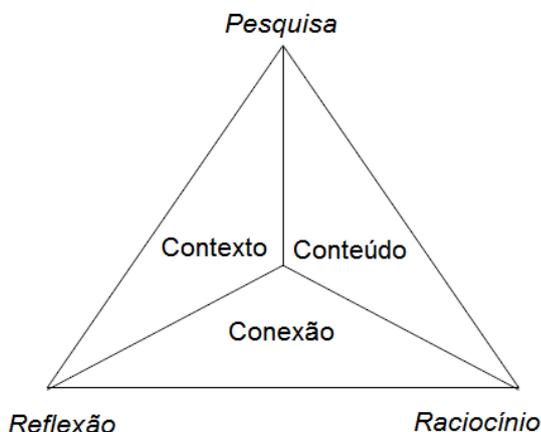
Posteriormente, Hung (2011) discute sobre a importância de o tutor, ou professor orientador (ver PIERINI, 2015), fazer parte do processo da criação dos problemas. Apesar das diversas dificuldades de se executar tal dinâmica, em virtude, por exemplo, das extensas cargas horárias em sala de aula dos professores, sua implementação possibilitaria uma melhor criação da guia de solução do

problema (ver adiante) e da visualização dos processos de raciocínio que os alunos devem realizar (HUNG, 2011). Adicionalmente, essa recomendação auxilia na produção de problemas de acordo com as realidades locais e, no caso de aplicações isoladas da ABP, visam garantir a interdisciplinaridade do problema formulado.

As principais críticas relacionadas à metodologia proposta por Hung discorrem sobre o fato de ela ser eminentemente teórica, com poucos estudos empíricos que possam validá-la (HUNG, 2009; SOCKALINGAM; SCHMIDT, 2011). No entanto, é visível o crescente número de estudos empíricos que utilizam a metodologia proposta por Hung, seja pelo próprio esforço do autor (HUNG, 2011; O'NEILL; HUNG, 2010), seja pela sua utilização por outros pesquisadores (TAWFIK; TRUEMAN; LORZ, 2013; VEKLI; CIMER, 2012; XUE et al., 2013). Assim, esse capítulo visa elucidar os passos da criação de um problema utilizando a metodologia proposta por Hung (2006, 2009). Além disso, é produzida uma situação-problema que foi utilizada para o ensino de Biologia com alunos do ensino médio, especificamente para integrar conhecimentos de fisiologia respiratória e circulatória humana (ver terceiro estudo).

### 5.3 O MODELO 3C3R DE CRIAÇÃO DE PROBLEMAS

A estrutura 3C3R para uma situação-problema, proposta por Hung (2006), se baseia na presença de componentes centrais (conteúdo, contexto e conexão) e processuais (pesquisa, raciocínio e reflexão). Toda essa seção tem como referência esse trabalho. A **Figura 7** mostra como esses componentes formam a estrutura do modelo 3C3R, auxiliando na observação de suas inter-relações.



**Figura 7:** Estrutura do modelo 3C3R de criação de problemas proposto por Hung (2006). Traduzido e utilizado com a permissão do autor

Resumidamente, os componentes centrais se concentram na adequação e suficiência do conteúdo, além de sua contextualização e integração. Os componentes processuais buscam facilitar o envolvimento consciente e significativo do aluno no seu aprendizado através da ABP. A seguir são detalhadas as características desses componentes e a explicação do modelo como um todo.

### **5.3.1 Componentes centrais do modelo 3C3R**

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

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

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

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

futuro do aluno, preferencialmente explicitando essa relevância no próprio problema. No entanto, não se deve extrapolar essa contextualização, de modo a trazer informações demasiadas, nem trazer um contexto empobrecido, no qual o aluno não consiga considerar pontos implícitos importantes. Esse grau de contextualização depende também do que se almeja do aluno ao final de sua formação (por exemplo, ensino de citologia para estudantes de medicina *versus* estudantes de nível médio). Finalmente, também é importante que o contexto seja relevante e próximo do cotidiano (profissional ou não) do aluno, o que geralmente ocasiona maior motivação intrínseca em lidar com as etapas da ABP.

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

### **5.3.2 Componentes processuais do modelo 3C3R**

Ao contrário dos componentes centrais, fixados para estruturarem a situação-problema (SP) de forma a atender os objetivos e metas de aprendizado e a auxiliar os alunos a formarem uma estrutura conceitual integrada e contextualizada, os componentes processuais possuem flexibilidade, tendo em vista facilitar o engajamento direcionado (para os objetivos de aprendizado) dos alunos. Pode-se dizer que os componentes processuais auxiliam na fase em que os alunos participam ativamente do processo da ABP. Pela característica de semiestruturação, os problemas formulados são abertos, permitindo liberdade de interpretação aos alunos e na busca da solução do problema. Porém, se essa fase não for de alguma maneira direcionada (pela SP), o engajamento do aluno pode não propiciar os resultados esperados na aprendizagem dos alunos.

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

Outro componente é o raciocínio, que ocorre de forma concomitante à pesquisa. Conforme o aluno pesquisa, ele raciocina sobre os resultados dessa pesquisa e começa a construir (ou remodelar) o arcabouço cognitivo que o auxiliará a resolver o problema. Para que esses componentes (pesquisa e raciocínio) ocorram de forma otimizada, é necessário regular o grau de semiestruturação da SP de acordo com as capacidades cognitivas dos alunos e suas habilidades em pesquisar e raciocinar. Alunos que tenham essas características em um grau elevado podem ter contato com problemas altamente semiestruturados, com pouca informação acerca dos conceitos e/ou conhecimentos necessários para resolver o problema, ao passo que estudantes com menores graus dessas capacidades devem ser apresentados a SPs que tenham mais informações. Esse ajuste também pode ser feito para alunos que tenham pouca familiaridade e/ou conforto com a ABP.

Essa configuração de problema, com baixa grau de semiestruturalidade para alunos com baixos níveis de capacidade de aprendizado autodirigido, se aproxima do que Hung (2011) denomina de um estudo de caso. No entanto, é importante frisar que o termo “estudo de caso” é polissêmico, havendo outras definições que não necessariamente se aproximam dessa. Existe, por exemplo, o uso de estudo de casos fora das premissas clássicas do ciclo tutorial da ABP, como a não necessidade do uso do método em grupos pequenos de alunos (HERREID, 1994), e cujos pesquisadores não tratam das temáticas supracitadas, desenvolvidas por Hung (2006, 2011).

Finalmente, o último componente processual é a reflexão. Esse auxilia o aluno a criar processos metacognitivos, através da capacidade de abstração, síntese e organização do conhecimento, e possibilita: i) a conexão entre os conhecimentos prévios do aluno e o conhecimento advindo da pesquisa e do raciocínio; ii) uma

autoavaliação mais precisa sobre seu próprio processo de aprendizado; iii) melhoria na retenção do tópico estudado e iv) a busca da compreensão do tema a um nível mais elevado do que o proposto para a SP (consequentemente aprimorando as habilidades de estudo autodirigido).

#### **5.4 OS NOVE PASSOS PARA A CRIAÇÃO DE UM PROBLEMA**

Visando auxiliar na criação de problemas estruturados no modelo 3C3R, Hung (2009) propôs um método baseado em nove passos para desenvolver um problema (Tabela 6). Essa seção está relacionada à descrição desses passos para criar uma situação-problema, e dar um exemplo de aplicação. Após a explicação dos passos, segue o exemplo do problema construído.

**Tabela 6:** Proposta dos nove passos de Hung (2009) para a criação de situações-problema a serem utilizadas na ABP.

---

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

---

##### **Passo 1: criar metas e objetivos**

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

## **Passo 2: conduzir uma análise de conteúdo (*content analysis*)**

Essa fase foi realizada tomando como base a proposta de Gagné (1968), sobre a análise de hierarquia de aprendizagem. Porém, Hung (2006) destaca que outros métodos podem ser empregados, pois deve-se usar um método apropriado de análise de conteúdo que permita a análise correta dos conteúdos-chave e/ou as habilidades do tópico em estudo (comunicação pessoal). A análise de Gagné se inicia elencando os conhecimentos que são pré-requisitos básicos que os alunos devem ter para entender inicialmente o problema. A partir desses pré-requisitos, novas informações podem ser obtidas, e essas novas informações acabam por se tornarem pré-requisitos de outras informações mais atuais com as quais os alunos estão entrando em contato, até o momento em que tais informações permitem a obtenção das informações necessárias para que o aluno alcance o objeto educacional dessa prática pedagógica (para um exemplo dessa análise, ver Figura 8).

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

## **Passo 3: analisar o contexto do problema**

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

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

#### **Passo 4: formular a versão inicial do problema**

Os passos anteriores são importantes para fundamentar a formulação do problema, já que fornecem as informações sobre o grau de amplitude e profundidade dos conhecimentos a serem abordados e o contexto em que deve estar inserido. Basicamente, o que se deve ter em conta nessa fase é a criação de um problema que seja atraente ao aluno e que o mantenha motivado. Para isso, vários fatores podem ser considerados, como por exemplo: a profissão futura, interesses pessoais, situações polêmicas e/ou problemáticas da região em questão, aspectos regionais/geográficos.

#### **Passo 5: conduzir uma análise de adequação do problema**

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

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

para a resolução do problema e quais são os “periféricos”. Estes últimos se relacionam a caminhos alternativos de resolução do problema, que podem, por exemplo, auxiliar na profundidade da aquisição dos conteúdos.

### **Passo 6: conduzir uma análise de correspondência**

Esse passo visa garantir a confiabilidade e efetividade do problema, ajudando a detectar se o problema corresponde à cobertura de conteúdo pretendida e ao nível de habilidades dos alunos. Caso esses fatores estejam aquém ou além do desejado, resultarão em situações-problemas ineficazes, e precisarão de ajustes nos passos seguintes. Na análise de correspondência, se revisam os componentes conteúdo, pesquisa, raciocínio e/ou contexto do problema.

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

Ao se fazer a checagem da presença ou ausência dos domínios do conhecimento nas principais áreas de conteúdo pretendidas, pode-se classificar o problema com relação à sua adequação ao componente conteúdo. Um problema bem desenhado teria todas as correspondências entre esses fatores. Caso haja um ou mais itens sem correspondência nas principais áreas de conteúdo (isto é, uma ou mais colunas vazias na tabela), o problema está deficiente em conteúdo, ao passo que a ausência de correspondência de um ou mais itens dos domínios de conhecimento (isto é, uma ou mais linhas vazias na tabela) indica que o problema tem conteúdos em excesso. Em ambos os casos, o problema pode ser considerado como ineficaz, e processos posteriores de ‘calibração’ serão necessários.

A análise deve ocorrer de forma semelhante para os componentes pesquisa e raciocínio e, para o caso da criação do problema voltado para assuntos específicos de cursos técnicos, tecnológicos ou profissionais, para o componente contexto. Exemplos dessas análises de correspondência estão presentes na Tabela 8, para os conteúdos, e na Tabela 9, para os processos cognitivos de resolução de problemas. Ao final da checagem dos itens nas tabelas, faz-se a conclusão dessas análises. A partir dessas conclusões, geram-se resultados referentes a elementos que devem ser calibrados na situação-problema nos passos posteriores.

### **Passo 7: conduzir processos de ‘calibração’**

Nessa fase, basicamente são corrigidos os problemas apontados na fase anterior, retirando ou incluindo informações à situação problema de forma a permitir ao aluno a clareza dos objetivos de aprendizagem propostos e a manutenção do interesse deste em estar atuante em seu processo de aprendizado.

### **Passo 8: construir componentes reflexivos**

Essa fase é especialmente importante na elaboração de situações-problema a serem executados em cursos nos quais a ABP é parte integrante do currículo (total ou parcialmente), já que esses componentes, basicamente, auxiliam o aluno a integrar o conhecimento adquirido com aqueles que já vêm sendo trabalhados em ciclos tutoriais anteriores, e por estimular as habilidades de estudo autodirigido dos alunos. Esses componentes estão presentes na situação-problema em seções nas quais se solicita ao aluno pensar sobre seu processo de aprendizado, como por exemplo: como buscou as informações, quais linhas de raciocínio foram feitas, e porque se escolheu uma linha em particular para chegar a uma resolução do problema.

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

O último passo do processo consiste em verificar a integridade dos componentes 3C3R, observando se estão presentes e se ocorre a inter-relação entre eles. O propósito desse último passo é garantir a criação de uma situação-problema que seja eficaz naquilo que se propõe: ensinar e estimular a autonomia do aluno em seu próprio processo de aprendizagem. A Tabela 7 ilustra essas relações entre os componentes 3C3R. As setas indicam como um componente específico deve prover suporte aos demais componentes 3C3R.

Os componentes processuais (pesquisa, raciocínio e reflexão) devem dar suporte ao componente conteúdo. O componente contexto deve fornecer suporte aos componentes processuais. Por fim, a componente conexão, deve possuir relação de suporte mútuo com cada componente processual. Já os componentes processuais devem possibilitar a aquisição (pesquisa) e o processamento e aplicação do conhecimento adquirido (raciocínio), além da avaliação do próprio processo de aquisição do conhecimento (reflexão). O componente contexto deve direcionar cada um dos componentes processuais, possibilitando a integração do conhecimento adquirido. Assim, esse passo deve visitar o problema elaborado e

verificar nele a presença dos componentes 3C3R e se estes possuem as inter-relações satisfatoriamente estruturadas. Caso haja a inadequação de relação entre algum desses componentes, correções deverão ocorrer na versão final do problema elaborado de forma a garantir a integridade dos componentes 3C3R.

**Tabela 7:** Relações entre os componentes centrais e processuais do modelo 3C3R.

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

#### 5.4.1 Exemplo de utilização dos nove passos para a criação do problema

Segue-se então o exemplo dessa metodologia de criação de problemas. A construção desse problema visou o ensino de fisiologia da respiração e circulação humana, conteúdo previsto no Projeto Pedagógico do Curso técnico em Informática integrado ao Ensino Médio do *campus* Rio Branco do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, na disciplina de Biologia. Assim, a criação desse problema levou em consideração as especificidades locais e os alunos envolvidos.

#### Informações gerais:

Público-alvo: alunos do 2º ano do Curso técnico em Informática integrado ao Ensino Médio

Disciplina: Biologia

Experiência dos alunos com a ABP: nenhuma

Nível de dificuldade do problema: básico

#### Passo 1: metas e objetivos

**Meta instrutiva:** os alunos irão compreender a fisiologia da respiração e da circulação humana, conseguindo aplicar esse conhecimento em situações de simulação da realidade.

## Objetivos de obtenção de conhecimento

Objetivo geral: analisar e solucionar uma situação biológica.

Objetivos específicos:

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

## Objetivos de obtenção de habilidades de solução de problemas

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

## Objetivos de obtenção de habilidades de estudo autodirigido

- Com auxílio intenso, desenvolver pontos a serem estudados;
- Com auxílio de moderado a intenso, refletir no processo de aprendizagem.

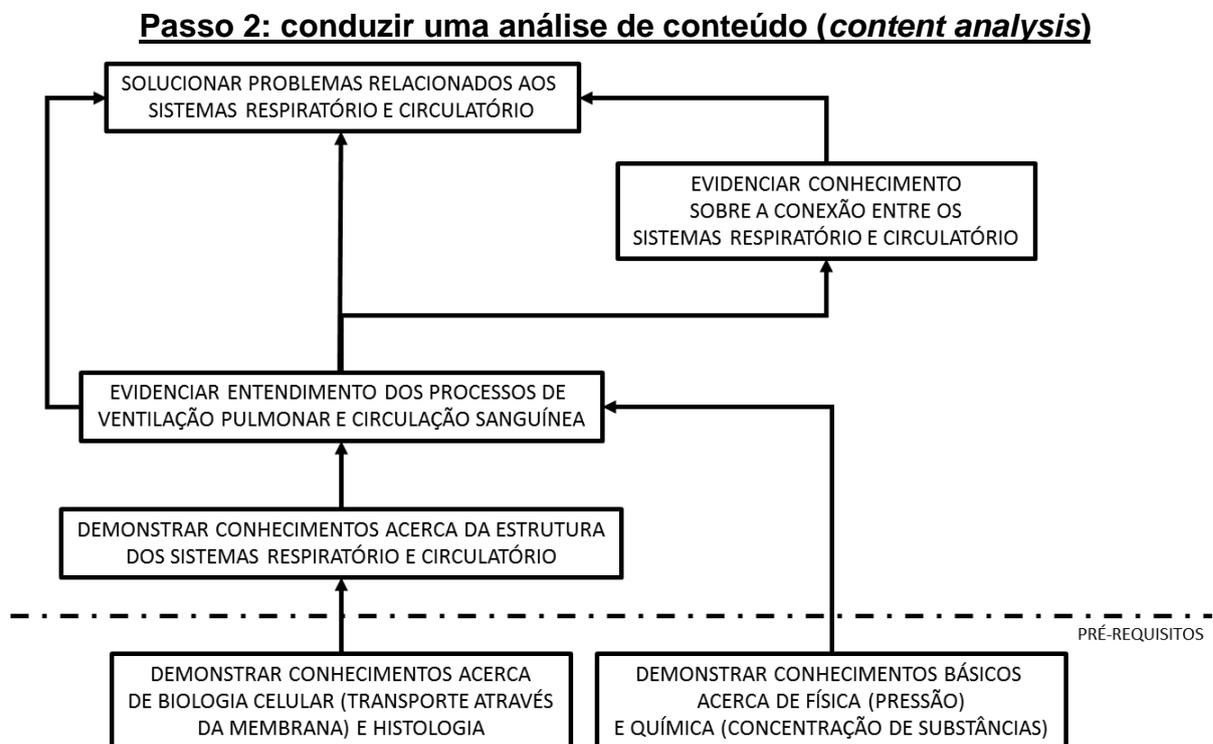


Figura 8: Diagrama da análise de conteúdo como proposto por Gagné (1968).

### **Passo 3: analisar a especificação do contexto**

Por se tratar de alunos do ensino médio, cujo currículo se concentra em oferecer bases gerais de conhecimentos, essa seção não se aplica.

### **Passo 4: criar um problema**

Teste do bafômetro: os estudantes terão que explicar como o álcool ingerido vai para o “bafo” (na realidade, o ar expirado). Esse tema foi selecionado por se tratar de um assunto polêmico, presente no cotidiano dos alunos dessa faixa etária, embora esses alunos não tenham idade para ter habilitação ou ingerir bebidas alcoólicas.

### **Passo 5: conduzir uma análise de adequação (*affordance*) do problema**

#### **Situação-problema:**

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

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

Júlio logo retruca:

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

Será que Júlio está certo? Vocês como um grupo, devem dar a resposta.

#### **Descrição completa:**

##### 1. Entendendo o problema

- Expressão do problema (*problem state*):

Dudu acha que Júlio não pode dirigir, pois o álcool da cerveja pode ser detectado pelo teste do bafômetro. Porém, Júlio pensa que o álcool, presente no seu “bafo”, será rapidamente eliminado de seu corpo. Os estudantes precisam descobrir se Júlio está certo.

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

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

- Variáveis conhecidas:

- O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista (Lei 11.705, de 19 de junho de 2009);
- O motorista que for flagrado sob efeito de álcool (com até 0,00029 g/L<sub>ar expelido</sub>) é enquadrado no artigo 165 do CTB: comete infração gravíssima (7 pontos na Carteira Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.
- A polícia se utiliza do etilômetro (conhecido popularmente como bafômetro) para verificar a presença ou não desses vestígios de álcool no ar alveolar;
- O bafômetro possui um tubo por onde a pessoa a ser testada deve soprar durante cinco segundos. Ocorre então uma reação química entre o ar expelido (gás oxigênio e álcool) e uma célula combustível presente no bafômetro, que ocasiona a liberação de elétrons (quanto mais álcool, mais elétrons são liberados), o que por sua vez gera uma corrente elétrica passível de ser codificada por um *microchip* em uma informação de concentração alcóolica (miligramas de álcool por litro).

- Variáveis desconhecidas:

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

## 2. Processos da resolução do problema:

O álcool é absorvido a partir do estômago, e devido à sua alta permeabilidade, atravessa as membranas plasmáticas das células vizinhas e se

difunde até chegar na circulação sanguínea (mais especificamente nos capilares sanguíneos da circulação sistêmica);

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

- Circulação sistêmica:

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

- Circulação pulmonar:

Artéria → arteríola → capilar

- Membrana respiratória (via difusão simples):

Capilar → alvéolo

- Sistema respiratório (expiração):

Alvéolo → bronquíolo → brônquio → traqueia → laringe → boca

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

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

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

Para eliminar completamente os 17 g de álcool absorvidos ao se beber um copo de cerveja, é necessário aproximadamente uma hora de funcionamento normal do sistema excretor, havendo vários fatores (tamanho, peso corporal, metabolismo) que influenciam esse tempo para mais ou para menos.

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

### 3. Domínio do conhecimento para a resolução do problema

- Conceitos usados na resolução do problema:
  - I. Transporte através da membrana (difusão simples);
  - II. Pressão;
  - III. Estrutura sistema pulmonar;
  - IV. Estrutura sistema circulatório;
  - V. Membrana respiratória.
- Princípios usados na resolução do problema:
  - I. Circulação sanguínea (sistêmica e pulmonar);
  - II. Ciclo cardíaco;
  - III. Ventilação pulmonar (expiração).
- Conhecimentos fatuais (*factual knowledge*) para a resolução do problema:
  - I. Passagem do álcool pelo sistema circulatório;
  - II. Passagem do álcool pelo sistema pulmonar;
  - III. Liberação do ar para a atmosfera.
- Análise das habilidades de resolução de problemas:
  - I. Identificar as variáveis conhecidas;
  - II. Identificar as variáveis desconhecidas;
  - III. Realizar pesquisas para encontrar informações sobre as variáveis desconhecidas;
  - IV. Desenvolver o raciocínio que permitirá a obtenção do conhecimento do caminho percorrido pelo álcool nos sistemas sanguíneo e respiratório;
  - V. Desenvolver o raciocínio que permitirá verificar se Júlio teria ou não problemas ao fazer o teste do bafômetro.

## Passo 6: conduzir uma análise de correspondência

**Tabela 8:** Análise de correspondência dos conteúdos.

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

**Tabela 9:** Análise de correspondência entre processos cognitivos de resolução de problemas e objetivos de aprendizado.

Processos cognitivos	Descrição	Identificar e juntar as informações necessárias	Conduzir a geração de hipóteses e testá-las	Selecionar a solução mais viável encontrada
Identificação do problema	Verificar se o “bafo” de Júlio pode ser detectado pelo bafômetro	X		
Identificação das variáveis conhecidas	-Quantidade de álcool na cerveja, no sangue e no ar alveolar	X		
	-Código de trânsito brasileiro	X		
	-Uso do bafômetro e seu funcionamento	X		
Identificação das variáveis desconhecidas	-Absorção e transporte de álcool pelo corpo	X		
	-Eliminação do álcool via oral e via metabolismo/excreção	X		
Busca de informações	-Como o álcool é absorvido	X		
	-Como o álcool é transportado no sistema circulatório até o alvéolo	X		
	-Como o álcool sai do alvéolo até a boca	X		
	-Como o álcool é metabolizado/excretado	X		
Análise das informações	-Rever que a absorção do álcool se dá por difusão simples	X		
	-Compreender que os vasos sanguíneos conduzem o álcool pelo sangue e coração até chegar na membrana respiratória	X		
	-Compreender que a saída do álcool do alvéolo para a boca se dá por diferença de pressão entre o pulmão e o ambiente, ocasionado por uma compressão da caixa torácica	X		X
	-Verificar que o álcool só sai do corpo totalmente através do metabolismo e do sistema excretor	X		X
Desenvolvimento do raciocínio	Preciso conhecer o processo de absorção, transporte e liberação do álcool pelas diferentes estruturas dos sistemas circulatório e respiratório.		X	X
Geração e teste de hipóteses	Usar as informações colhidas e seu raciocínio para verificar se realmente Júlio estava correto ou não com relação à sua ideia sobre beber um copo de cerveja e o teste do bafômetro		X	X
Desenvolvimento de raciocínio e geração de soluções	Com base no que se levantou, declarar o que encontrou sobre transporte de álcool pelo corpo e explicar o porquê Júlio estava incorreto em sua assertiva		X	X

**Análise do contexto do problema:** o contexto é geral e, apesar de a maioria dos alunos nesse nível de ensino não terem a idade legal para consumir bebidas alcoólicas e/ou dirigir um carro, esses assuntos fazem parte de seu cotidiano, seja em virtude do contato com familiares ou amigos maiores de idade, seja pela atração que muitos adolescentes possuem pelo mundo adulto.

Conclusões da análise de correspondência:

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

Itens não correspondidos:

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

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

- Conceitos relacionados à absorção de álcool pelo estômago, sistema excretor e metabolismo não fazem parte do escopo do problema. Por isso, apesar de sua importância para compreender a liberação do álcool pelo corpo, não deverão ser abordados no problema, pois poderiam levar os alunos a pensar que Júlio estaria incorreto mesmo sem que as etapas do ciclo tutorial sejam realizadas.

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

2. Informações sobre o contexto: estão de acordo com o que o problema necessita.

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

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

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

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

**Júlio estava errado:** o álcool, ao ser ingerido, vai para a circulação sanguínea e chega ao ar alveolar, o ar soprado vem dos alvéolos, por isso o bafômetro detecta o álcool presente no corpo de Júlio e não só da parte externa da boca. Além disso, o álcool demora mais do que quinze minutos para ser eliminado do corpo, o que irá ocasionar a indicação de que Júlio bebeu ao passar pelo teste do bafômetro.

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

#### 1. Domínios do conhecimento:

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

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

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

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

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

### **Passo 7: conduzir processos de calibração**

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

#### **Situação-problema reformulada:**

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

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

Júlio logo retruca:

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

Será que Júlio está certo? Vocês como um grupo, devem dar a resposta.

#### **Seção inserida com base nos resultados dos domínios do conhecimento:**

*Inicialmente, é importante conhecer sobre o Código de Trânsito Brasileiro. Ele não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista. O motorista que for flagrado sob efeito de álcool, com até 0,29 miligramas de álcool por litro de ar expelido, estará cometendo uma infração gravíssima (7 pontos na Carteira Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.*

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

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

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

**Passo 8: construção de componentes reflexivos**

Os componentes reflexivos inseridos relacionam-se à inserção de elementos na situação problema que visam à observação, pelo estudante, do processo de aquisição do conhecimento a ser obtido nas fases posteriores do ciclo tutorial. Dessa forma, o último parágrafo da situação-problema ficará com a seguinte redação:

*– Finalmente, tenham em mente o trajeto que o álcool presente na bebida fará. Por onde essa substância passa, após ser ingerida? Por quanto tempo o álcool permanecerá no corpo de Júlio até ser eliminada? Essas são as primeiras coisas a serem consideradas. Lembrem-se que, apesar de os efeitos do álcool no sistema nervoso serem um tópico importante e muito interessante, pesquisar sobre ele agora não irá ajudar a saber se Júlio estava correto ou não em sua afirmação. Para verificar como está o andamento do trabalho, nós iremos nos reunir em cinco dias, e vocês irão relatar todo o progresso feito: como fizeram a pesquisa, o que conseguiram concluir até então e porque chegaram a essas conclusões. Mãos à obra!*

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

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

**Figura 9:** Análise das relações entre os componentes centrais e processuais do modelo 3C3R.

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

**Observação:** questões que poderiam ser abordadas após o ciclo tutorial, auxiliando no componente reflexivo:

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

### **Versão final da situação-problema:**

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

*– Poxa Júlio, a gente já estava para ir embora, mas agora não vai dar pra sair, senão você vai se dar mal, se tiver que passar pelo bafômetro!*

*Júlio logo retruca:*

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

*Será que Júlio está certo? Vocês como um grupo, devem dar a resposta.*

*Inicialmente, é importante conhecer sobre o Código de Trânsito Brasileiro. Ele não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista. O motorista que for flagrado sob efeito de álcool, com até 0,29 miligramas de álcool por litro de ar expelido, estará cometendo uma infração gravíssima (7 pontos na Carteira Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.*

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

*Finalmente, tenham em mente o trajeto que o álcool presente na bebida fará. Por onde essa substância passa, após ser ingerida? Por quanto tempo o álcool permanecerá no corpo de Júlio até ser eliminada? Essas são as primeiras coisas a serem consideradas. Lembrem-se que, apesar de os efeitos do álcool no sistema nervoso serem um tópico importante e muito interessante, pesquisar sobre ele agora não irá ajudar a saber se Júlio estava correto ou não em sua afirmação. Para verificar como está o andamento do trabalho, nós iremos nos reunir em cinco dias, e vocês irão relatar todo o progresso feito: como fizeram a pesquisa, o que*

*conseguiram concluir até então e porque chegaram a essas conclusões. Mãos à obra!*

## **5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

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

Pesquisas futuras podem também verificar a qualidade do problema criado pelo método de Hung, através de metodologias de avaliação *a posteriori*. Por exemplo, a aplicação da escala da qualidade de problemas proposta por Sockalingam e colaboradores (SOCKALINGAM; ROTGANS; SCHMIDT, 2012) pode prover uma validação do problema criado. Tal iniciativa ocasionaria uma maior robustez ao modelo e poderia auxiliar a tornar mais clara a implantação e utilização da ABP na formação acadêmica.

## 6 TERCEIRO ESTUDO: AVALIAÇÃO DO USO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E SEU POTENCIAL PARA O ENSINO MÉDIO E TÉCNICO NA REGIÃO NORTE

### 6.1 RESUMO

Na pesquisa em Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), um dos grandes focos de estudo são os efeitos da metodologia no aprendizado dos alunos. Porém, grande parte desses trabalhos se valem de metodologias quantitativas, colhendo dados principalmente no início e ao final de um ciclo tutorial, ou de um curso alicerçado na ABP. Poucos são os estudos que tratam da implantação da ABP no nível processual, isto é, durante o ciclo tutorial. O presente trabalho estudou os efeitos da utilização da ABP no ensino de fisiologia da respiração e circulação em alunos do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), instituição de ensino da região Norte do país. Para isso, realizamos uma análise qualitativa de conteúdo desse processo, relativa a mudanças conceituais e impressões dos alunos em relação à ABP. Observamos que a mudança conceitual se aproximou da almejada nos objetivos instrucionais propostos. Grande parte dos alunos (84%) relataram terem gostado de participar do ciclo tutorial, acreditando que entenderam melhor o conteúdo estudado e que teriam interesse em continuar estudando com o método. Algumas propostas de reestruturação do ciclo tutorial e de metodologia de pesquisa em ABP, de maneira geral e para a região Norte do Brasil em particular, foram debatidas. Pelos resultados encontrados, nos sentimos compelidos a continuar estudando a validade do uso da ABP no IFAC e consideramos que a metodologia de análise qualitativa foi importante para gerar os resultados encontrados, que possibilitaram a discussão mais aprofundada do que ocorre *in situ* no ciclo tutorial.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas; Análise Qualitativa; Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio; Brasil; Região Norte; Estado do Acre; IFAC.

### 6.2 INTRODUÇÃO

A Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) vem sendo pesquisada e utilizada em várias situações acadêmicas, havendo uma disseminação de seu uso

em vários cursos e países (ver primeiro estudo). Dentre os cursos pioneiros na utilização da ABP no Brasil, encontramos os cursos de medicina da Faculdade de Medicina de Marília (Famema), em São Paulo, e o curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina (UEL), no Paraná, em 1997 e 1998, respectivamente. Atualmente, diversas instituições brasileiras utilizam a metodologia em cursos de medicina (ver: <http://www.escolasmedicas.com.br/metodo.php>), com aparentes benefícios a partir dessa utilização (GOMES et al., 2009). A ABP vem sendo também proposta para cursos superiores de outras áreas como engenharia (ROBERTO; RIBEIRO, 2008) e administração (GUEDES; ANDRADE; NICOLINI, 2015), e de outros níveis de ensino, como o Técnico (LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011) e Médio (ANDRADE; CAMPOS, 2007; MALHEIRO; DINIZ, 2007).

Apesar do fato de a pesquisa em ABP ser um assunto quase exaustivo no âmbito do ensino superior internacional (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011), no ensino médio e técnico esse é um assunto relativamente desconhecido, mesmo no cenário mundial, conforme apresentado no primeiro estudo. Há evidências de benefícios para os alunos com a utilização da ABP nesse nível de ensino (LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011; TAS; SUNGUR, 2012; WIRKALA; KUHN, 2011), apesar de não ser essa uma opinião unânime (WILDER, 2014). Pouco se sabe, no entanto, sobre os efeitos da ABP em alunos com formação deficiente, presentes muitas vezes em ambientes de situações econômicas problemáticas (CRISP; TAGGART; NORA, 2015; DE WITTE et al., 2013; VARTANIAN; GLEASON, 1999). Também é uma questão em aberto a utilização da ABP, que foi concebida num contexto cultural eurocêntrico, fora do eixo América do Norte – Europa Ocidental (FRAMBACH et al., 2012), como é o caso de várias regiões do Brasil, em particular a Região Norte. Dentre as iniciativas existentes no Brasil, Malheiro e Diniz (2007) destacam-se como um dos primeiros a pesquisar a ABP no ensino médio na região Norte, havendo resultados favoráveis na percepção dos estudantes. Além desses, não se encontra na literatura trabalhos em ABP na região.

Ao observarmos a pesquisa em ABP de uma maneira geral, os efeitos da metodologia sobre o aprendizado dos alunos é um dos principais temas, no qual são utilizados variados métodos para obtenção de informações. Porém, os mais comuns são aqueles que colhem dados no início e ao final da atividade ou curso (HUNG, 2011; SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011) como, por exemplo, a comparação,

através de métodos quantitativos, entre cursos com o currículo estruturado na ABP e cursos com a metodologia tradicional. Este foi um dos principais enfoques da discussão acadêmica por mais de duas décadas (ALBANESE; MITCHELL, 1993; COLLIVER, 2000; DOCHY et al., 2003; GIJBELS et al., 2005; IMAFUKU; BRIDGES, 2016; SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011; WILDER, 2015; ZHOU et al., 2016).

Apesar de extremamente importantes, no sentido de se validar o emprego da ABP como metodologia instrucional, pesquisas com esse escopo não produzem muitas informações sobre como os processos presentes na ABP resultam nos resultados positivos na aquisição de conteúdos pelo alunado (HAK; MAGUIRE, 2000; NORMAN, 2008; YEW; GOH, 2016), o que pode ocasionar um entendimento parcial sobre o funcionamento da ABP (HUNG, 2011). Para contornar essa situação, Hung (2011) argumenta então em favor de estudos que tenham como foco a observação da implementação da ABP em si, isto é, o ciclo tutorial como um todo, em um ambiente real de estudo. Esse tipo de estudo poderia, por exemplo, auxiliar na otimização da aplicação da ABP e facilitar a ocorrência dos resultados de aprendizado atribuídos à metodologia (por exemplo, integrar teoria e prática, ver HMELO-SILVER, 2004; STROBEL; VAN BARNEVELD, 2009).

Nesse momento, torna-se importante discutir sobre quais são os fatores presentes em um ciclo tutorial que vão influenciar o aprendizado dos alunos. Wim Gijsselaers e Henk Schmidt, propuseram um modelo teórico para a ABP considerando essa questão. Este modelo fora proposto e testado em dois trabalhos da década de 1990 (GIJSELAERS; SCHMIDT, 1990; SCHMIDT; GIJSELAERS, 1990), mas foi também detalhado posteriormente (SCHMIDT; MOUST, 2000). Segundo esse modelo, existem três fatores iniciais que irão influenciar o funcionamento do grupo no ciclo tutorial: i) conhecimentos prévios dos alunos; ii) qualidade da situação-problema formulada e iii) performance do tutor. Esse funcionamento do grupo, por sua vez, irá determinar o interesse dos alunos com relação a esse assunto, assim como o tempo e a qualidade de estudo dos alunos na fase de estudo autodirigido. Por fim, este último fator será importante para a obtenção dos resultados instrucionais objetivados.

Evidentemente, existem outros fatores desconsiderados nesse modelo. O perfil de habilidades sociais dos alunos (por exemplo, comunicabilidade) pode ter grande influência na discussão em grupo (VISSCHERS-PLEIJERS et al., 2006). Adicionalmente, a própria dinâmica de interação dos participantes do grupo é um fator potencialmente decisivo para o aprendizado resultante (VAN DEN BOSSCHE

et al., 2006). Também podem existir outras relações entre os próprios fatores presentes no modelo supracitado. Por exemplo, os conhecimentos prévios podem influenciar diretamente no interesse do aluno pelo assunto. Porém, o modelo proposto por Gijsselaers e Schmidt fornece uma base plausível de fatores intrínsecos a serem analisados para a verificação de como a dinâmica do ciclo tutorial pode afetar o aprendizado dos alunos.

São escassos os trabalhos envolvendo os processos intrínsecos da ABP (CHIRIAC, 2008; HAK; MAGUIRE, 2000; HUNG, 2011; WIGGINS et al., 2016), e é possível dizer que esta temática vem recebendo maior atenção recentemente (YEW; GOH, 2016). Dentre estes estudos, podemos dizer que um dos enfoques predominantes é relacionado ao papel do tutor no ciclo tutorial (CHNG; YEW; SCHMIDT, 2015; HMELO-SILVER; BARROWS, 2006), apesar de existirem evidências de que outros fatores, como a qualidade do problema, sejam tão importantes quanto (SCHMIDT; MOUST, 2000; SOCKALINGAM; ROTGANS; SCHMIDT, 2011).

Os demais trabalhos com essa temática envolvem, por exemplo, a observação de mudanças conceituais (LOYENS et al., 2015) e da situação motivacional dos alunos ao longo do ciclo tutorial (ROTGANS; SCHMIDT, 2011, 2014, 2017). Também já foram estudadas as interações verbais entre os alunos (VISSCHERS-PLEIJERS et al., 2006), o processo do ciclo tutorial como um todo (YEW; SCHMIDT, 2012) e a análise dos discursos dos alunos (BARRETT, 2010).

Hak e Maguire (2000) apontam que o primeiro trabalho a lidar com a relação entre os processos que ocorrem no ciclo tutorial e as mudanças cognitivas dos alunos foi feito por De Grave e colaboradores (1996). Neste trabalho, os autores montaram um ambiente experimental no qual observaram, através da análise qualitativa das discussões do grupo, como ocorriam as mudanças cognitivas dos participantes ao longo das fases do ciclo tutorial, encontrando resultados que consideraram o método como válido para esse tipo de propósito (DE GRAVE; BOSCHUIZEN; SCHMIDT, 1996). Porém, Henk Schmidt, um dos autores desse trabalho, posteriormente questionou a pertinência desse tipo de método analítico (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011), ao dizer que:

... apesar de que esta abordagem tende a fornecer maiores detalhes sobre o que está acontecendo em uma sala de aula, o conjunto de dados qualitativos resultante geralmente representa desafios técnicos e interpretativos consideráveis (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011, p. 798, livre tradução).

No entanto, existem trabalhos recentes com análises qualitativas para a verificação processual da ABP (AARNIO et al., 2013; BARRETT, 2010; HMELO-SILVER, 2013; JIN, 2017; JIN; BRIDGES, 2016), havendo até recomendações para que esse seja um dos importantes focos da pesquisa em ABP (IMAFUKU; BRIDGES, 2016). Diante desse quadro, o presente estudo busca avaliar os processos de aplicação da ABP no ensino de Biologia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), utilizando-se de análises qualitativa para esse fim. Com isso, buscamos auxiliar na compreensão do desenvolvimento cognitivo dos alunos frente à ABP e, adicionalmente, observaremos a validade da utilização da metodologia em um ambiente distinto do eurocêntrico, no caso, a Região Norte brasileira.

### **6.3 METODOLOGIA**

#### **6.3.1 Aplicação da ABP no ensino médio no IFAC**

A Aprendizagem Baseada em Problemas foi utilizada em uma classe do segundo ano do Curso de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, do *campus* Rio Branco do IFAC, partindo de uma situação-problema (SP) relacionada aos sistemas respiratório e circulatório humano, cuja formulação foi previamente descrita e está presente no segundo estudo da tese. Por se tratar de um estudo com a utilização de seres humanos, essa seção da tese foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos do Instituto Oswaldo Cruz, aprovada com o número CAAE: 53356115.9.0000.5248 (Apêndice C). A seguir, detalharemos o ciclo tutorial propriamente dito. Para sua execução, nos utilizamos da estratégia dos “sete passos” (“*seven jumps*”) que os alunos usam para explicar mecanismos, processos ou princípios de fenômenos descritos em um problema (SCHMIDT, 1983). O cronograma do ciclo tutorial executado é mostrado na Tabela 10, no qual também são destacados os “sete passos”.

A turma, que era composta por trinta e seis alunos, foi separada de forma aleatória em três grupos de doze pessoas cada. Fizemos um encontro com todos os alunos no dia 25 de outubro de 2016, no qual explicamos o que é a ABP, como funciona o ciclo tutorial, quais foram os grupos formados e entregamos os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para serem assinados pelos alunos ou responsáveis pelos menores de dezoito anos.

**Tabela 10:** Cronograma do ciclo tutorial da ABP, executado de acordo com os “sete passos” (SCHMIDT, 1983).

Atividade	25/10	29/10	3/11	11/11
Introdução à ABP*	X			
Leitura da situação-problema (SP)		X		
Passo 1: Reconhecimento de palavras ou expressões desconhecidas*		X		
Passo 2: Definir o problema*		X		
Passo 3: Discussão da SP ( <i>brainstorming</i> )*		X		
Passo 4: Elaboração das hipóteses e planos de estudo individual*		X		
Passo 5: Formular pontos de aprendizado para o estudo autodirigido*		X		
Passo 6: Realização do estudo autodirigido		X	X	
Passo 7: Reunião pós-pesquisa individual*			X	
Apresentação oral e entrega do relatório/discussão final				X

\*O professor-tutor mediou as atividades.

O primeiro momento do ciclo tutorial (leitura da SP e execução dos Passos 1 a 5) ocorreu no dia 29 de outubro de 2016, sendo que cada grupo participou separadamente desse processo (uma hora e meia para cada grupo). Esse momento foi integralmente gravado em áudio. A situação-problema utilizada nessa atividade, elaborada no segundo estudo de acordo com o proposto por Wung (2006, 2009), está mostrada abaixo:

#### **FAZENDO SEM SABER – QUE MAL TEM?**

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

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

Júlio logo retruca:

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

Será que Júlio está certo? Vocês, como um grupo, devem dar a resposta. Inicialmente, é importante conhecer sobre o Código de Trânsito Brasileiro. Ele não permite a presença de qualquer vestígio de álcool no corpo do motorista. O motorista que for flagrado sob efeito de álcool, com até 0,29 miligramas de álcool por litro de ar expelido, estará cometendo uma infração gravíssima (7 pontos na Carteira Nacional de Habilitação), com penalidade de multa (R\$ 1.915,40) e suspensão do direito de dirigir por doze meses. O veículo ainda fica retido até a apresentação de outro condutor habilitado e em condições de dirigir.

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

Finalmente, tenham em mente o trajeto que o álcool presente na bebida fará. Por onde essa substância passa, após ser ingerida? Por quanto tempo o álcool permanecerá no corpo de Júlio até ser eliminada? Essas são as primeiras coisas a serem consideradas. Lembrem-se que, apesar de os efeitos do álcool no sistema nervoso serem um tópico importante e muito interessante, pesquisar sobre ele agora não irá ajudar a saber se Júlio estava correto ou não em sua afirmação. Para verificar como está o andamento do trabalho, nós iremos nos reunir em cinco dias, e vocês irão relatar todo o progresso feito: como fizeram a pesquisa, o que conseguiram concluir até então e porque chegaram a essas conclusões. Mãos à obra!

Os alunos realizaram o estudo autogerido (Passo 6) ao longo de cinco dias, e se reuniram novamente com seu grupo (Passo 7) no dia 3 de novembro de 2016, para compartilhar os achados do estudo autogerido e tentar integrar o conhecimento adquirido em uma explicação satisfatória para o fenômeno (MOUST; VAN BERKEL; SCHMIDT, 2005). O acompanhamento do tutor foi compartilhado entre os grupos nesse momento, já que os grupos se reuniram concomitantemente. A seguir, os alunos tiveram mais sete dias para compilar seus resultados e, no dia 11 de novembro de 2016, cada grupo apresentou seus resultados a toda turma, na forma de apresentação oral, que foi integralmente filmada. Além disso, os grupos entregaram um relatório escrito (Tabela 10).

A apresentação oral deveria conter: i) o processo pelo qual eles identificaram os conhecimentos relevantes e encontraram a solução do problema; ii) as hipóteses nas quais eles trabalharam; iii) os tópicos que eles pesquisaram e iv) as conclusões a que chegaram. No relatório, cujo modelo explicado e entregue aos alunos está presente no Apêndice D, constaram os dados comuns a todos os alunos do grupo (hipóteses, desenvolvimento e conclusão) e uma seção na qual cada estudante descreveu o que ele pesquisou e de que maneira sua pesquisa contribuiu para a conclusão final à qual o grupo chegou. Esta formatação do relatório foi adaptada do que foi proposto por Carrió e colaboradores (CARRIÓ et al., 2011).

Ao final do ciclo tutorial, ainda no dia 11 de novembro, foi realizada uma rodada de discussões finais, que visavam fomentar o componente reflexivo presente

na estrutura 3C3R (HUNG, 2006, 2009). A discussão foi pautada por três questões norteadoras:

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

### **6.3.2 Avaliação processual da Aprendizagem Baseada em Problemas**

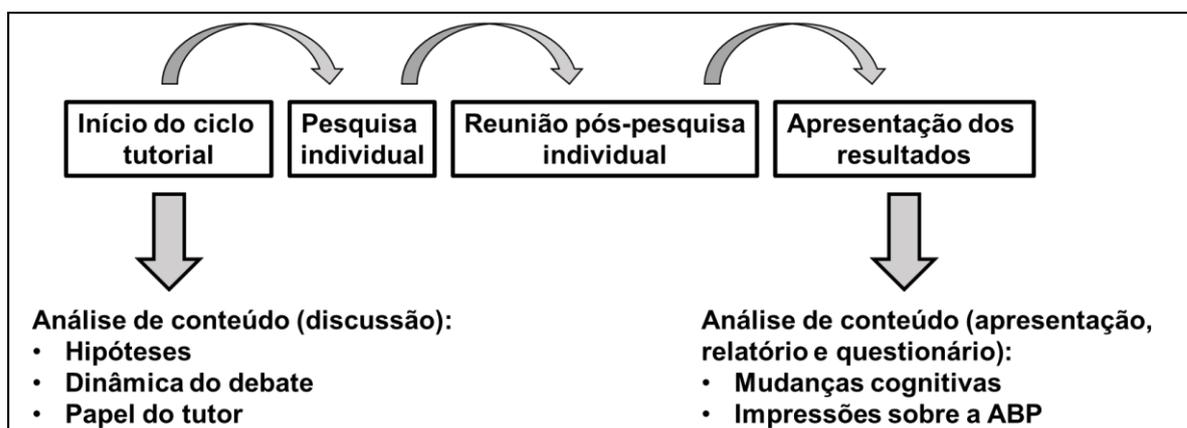
Para avaliar de forma processual o ciclo tutorial, nós nos utilizamos da análise de conteúdo, visando a observação das mudanças conceituais que ocorreram ao longo do ciclo tutorial. Mudanças conceituais se referem à reestruturação do conhecimento que ocorre nos alunos conforme ocorre o avanço do processo educacional (por exemplo, alinhamento dos conhecimentos prévios com a perspectiva científica) (LOYENS et al., 2015). Adicionalmente, realizamos uma análise após o ciclo tutorial, com o uso de um questionário de percepção de emprego da ABP para os alunos. A seguir, essas ações estão descritas de forma detalhada.

#### **6.3.2.1 Análise de conteúdo do ciclo tutorial**

Para podermos analisar como se desenvolveu o ciclo tutorial em cada um dos grupos, foi feita uma audição do material audiovisual relativo aos dias 29 de outubro e 11 de novembro de 2016, início e fim do ciclo tutorial (ver Tabela 10), com o objetivo de resumir o que foi discutido nessas ocasiões. A seguir, utilizamos essa compilação para dar suporte à análise de conteúdo desse material. Tendo como finalidade a confiabilidade da análise, seus resultados foram produzidos independentemente por dois pesquisadores (eu, Luis Antonio de Pinho e meu orientador, Renato Matos Lopes) que, ao final, se reuniram para verificarem as semelhanças e diferenças entre o que fora encontrado e produzir uma compilação final dessa análise (adaptado de J. VIRTANEN, ELISE A.-L. KOSUNEN, D, 1999).

Análise de conteúdo refere-se a vários instrumentos metodológicos, mas que tem em comum a interpretação aberta do conteúdo, através do processo de classificação sistemática das codificações, para então identificar alguns padrões subjacentes (HSIEH; SHANNON, 2005), visando a superação de incertezas e o

enriquecimento de compreensão dos dados (BARDIN, 2011). No caso desse trabalho, nos aproximamos da visão de análise de conteúdo latente, descrita por Hsieh e Shannon (2005) como um tipo de análise de conteúdo somativa, que busca criar interpretações do conteúdo. As interpretações, também denominadas inferências, foram feitas tendo como foco os seguintes polos de análise: a construção das hipóteses criadas pelos grupos, o papel do tutor na discussão, a dinâmica da discussão em grupo e a mudança conceitual proporcionada pelo ciclo tutorial. Para dar suporte a essas análises também utilizamos, como forma de registro e coleta de dados, os relatórios produzidos pelos grupos e as respostas do questionário (descrito na seção seguinte). A Figura 10 demonstra graficamente as etapas do ciclo tutorial e em quais situações foram realizadas as análises de conteúdo.



**Figura 10:** Diagrama das etapas do ciclo tutorial e das análises realizadas.

### 6.3.2.2 Questionário de percepção dos alunos

Ao final do ciclo tutorial, no dia 11 de novembro de 2016, foi solicitado aos alunos que respondessem um questionário relativo às suas percepções em relação à ABP, sendo sua participação voluntária, anônima e durante o período regular das aulas. O questionário, que está mostrado no Apêndice E, consistia de onze questões objetivas e uma questão aberta, e visavam verificar as percepções gerais dos alunos sobre a ABP, suas capacidades de estudo autodirigido e de trabalho em grupo, atuais e futuras (caso houvesse continuidade de utilização da ABP). Algumas perguntas foram adaptadas de Klegeris e Hurren (KLEGERIS; HURREN, 2011) e ideias de questões foram concebidas com base no que Carrió e colaboradores expuseram em seu trabalho de 2011, com relação ao desenvolvimento de competências relacionadas ao estudo autodirigido e de trabalho em grupo.

As respostas às perguntas objetivas deveriam ser realizadas por meio de marcação de uma das opções de uma escala de Likert de cinco pontos, com grau crescente de concordância com as afirmativas propostas (1 – Discordo Fortemente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Fortemente). Essas foram quantificadas para a turma e obteve-se o valor de média e desvio-padrão para cada uma, com auxílio do *software* Prism v.5.01, que também foi utilizado para gerar um gráfico desses resultados. Com relação à pergunta aberta, foram criadas categorias das respostas dadas através de análise de conteúdo, e realizamos a quantificação de respostas em cada categoria.

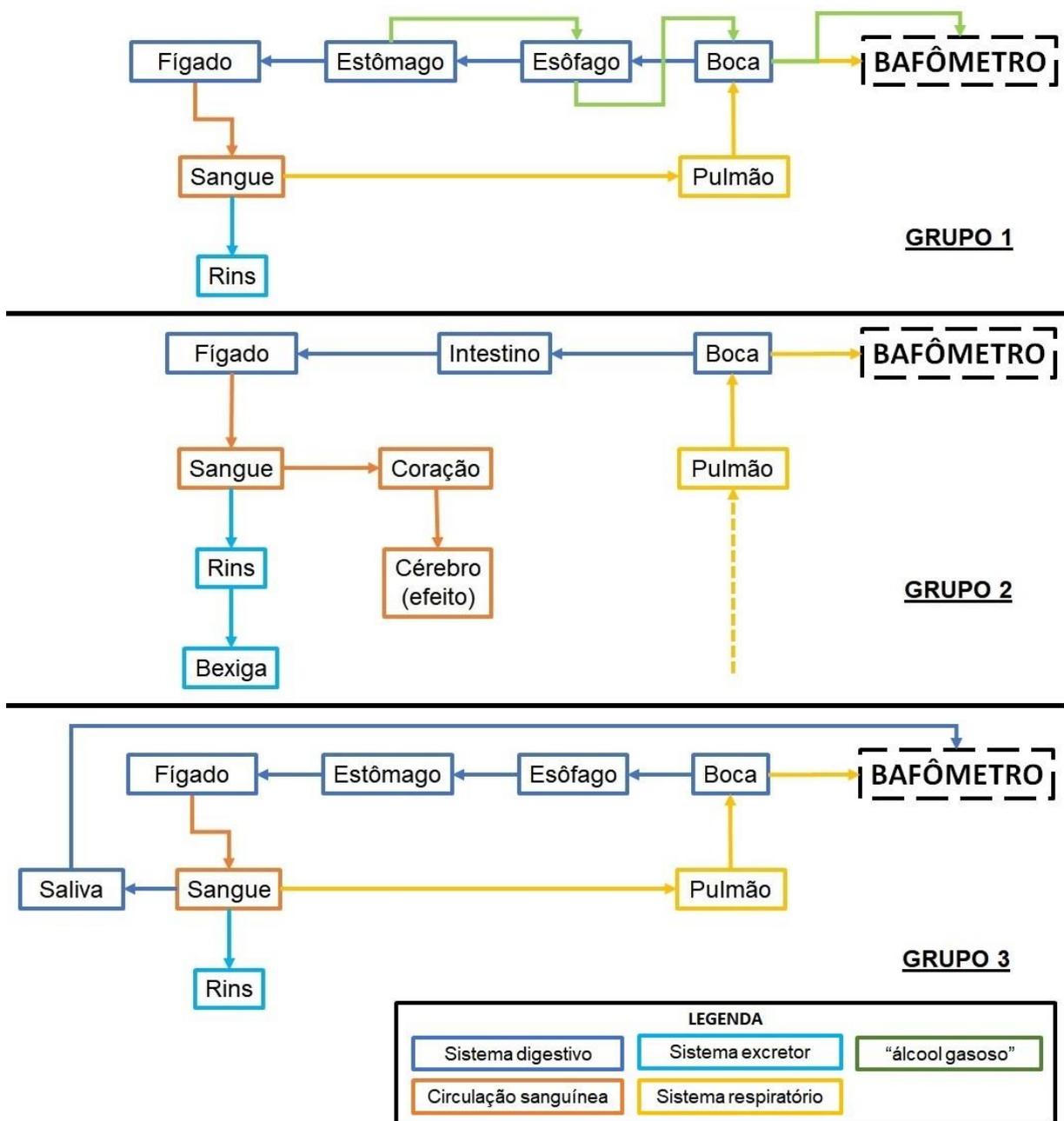
#### **6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Dos trinta e seis alunos da turma, oito não participaram do ciclo tutorial completo: um aluno do grupo 1, dois alunos do grupo 2 e cinco alunos do grupo 3. Apenas foram considerados como participantes dos grupos (e do estudo, portanto), os vinte e oito alunos remanescentes. Para observar mudanças conceituais obtidas pelo uso da ABP, criamos esquemas ilustrativos da resposta esperada (Figura 11), das hipóteses criadas pelos grupos (Figura 12) e da posterior mudança cognitiva (Figura 13), este tendo como base as apresentações e os relatórios produzidos pelos grupos. Basicamente, tais esquemas descrevem a trajetória do álcool pelo corpo do Júlio, personagem presente na situação-problema, e como os grupos conseguiram explicar essa trajetória durante o ciclo tutorial.

A Figura 11 ilustra a trajetória supracitada de acordo com o planejado no segundo estudo. As diferentes cores ilustram a distinção entre os diferentes sistemas ou tecidos e as setas, a direção percorrida pela substância. O conteúdo relativo ao sistema digestivo era o último assunto que havia sido apresentado à turma, sendo então tomado como conhecimento prévio. Maiores detalhes sobre o conteúdo em si se encontram no desenvolvimento da situação-problema, presente no segundo estudo. Esperávamos, com a execução do ciclo tutorial relativo a essa situação-problema, que os alunos tivessem condições de compreender a trajetória do álcool no corpo até que a substância saia pelo ar expirado, bem como os processos necessários para que essa ocorresse (difusão, para a passagem do álcool entre os diferentes meios, e a lei de Boyle para a passagem do álcool do alvéolo para o ar atmosférico). Por fim, na Figura 11 também está presente o



desse sentimento, toma-se como exemplo a fala do Pedro, aluno do Grupo 1, já no final da discussão: “Prometo que vou procurar sobre isso assim que eu sair daqui”.



**Figura 12:** Hipóteses de trajetória do álcool formuladas pelos grupos.

Em todos os grupos também surgiu a discussão sobre os meios de eliminação do álcool, basicamente via sistema renal. Porém, foi necessária a intervenção do tutor para fomentar a discussão, nos grupos, acerca da eliminação do álcool via sistema respiratório, que era o meio por onde o bafômetro detectaria a presença do etanol. Os grupos 1 e 3 conseguiram estabelecer a hipótese de que existe uma relação entre os sistemas circulatório e respiratório, colocando tal hipótese como um

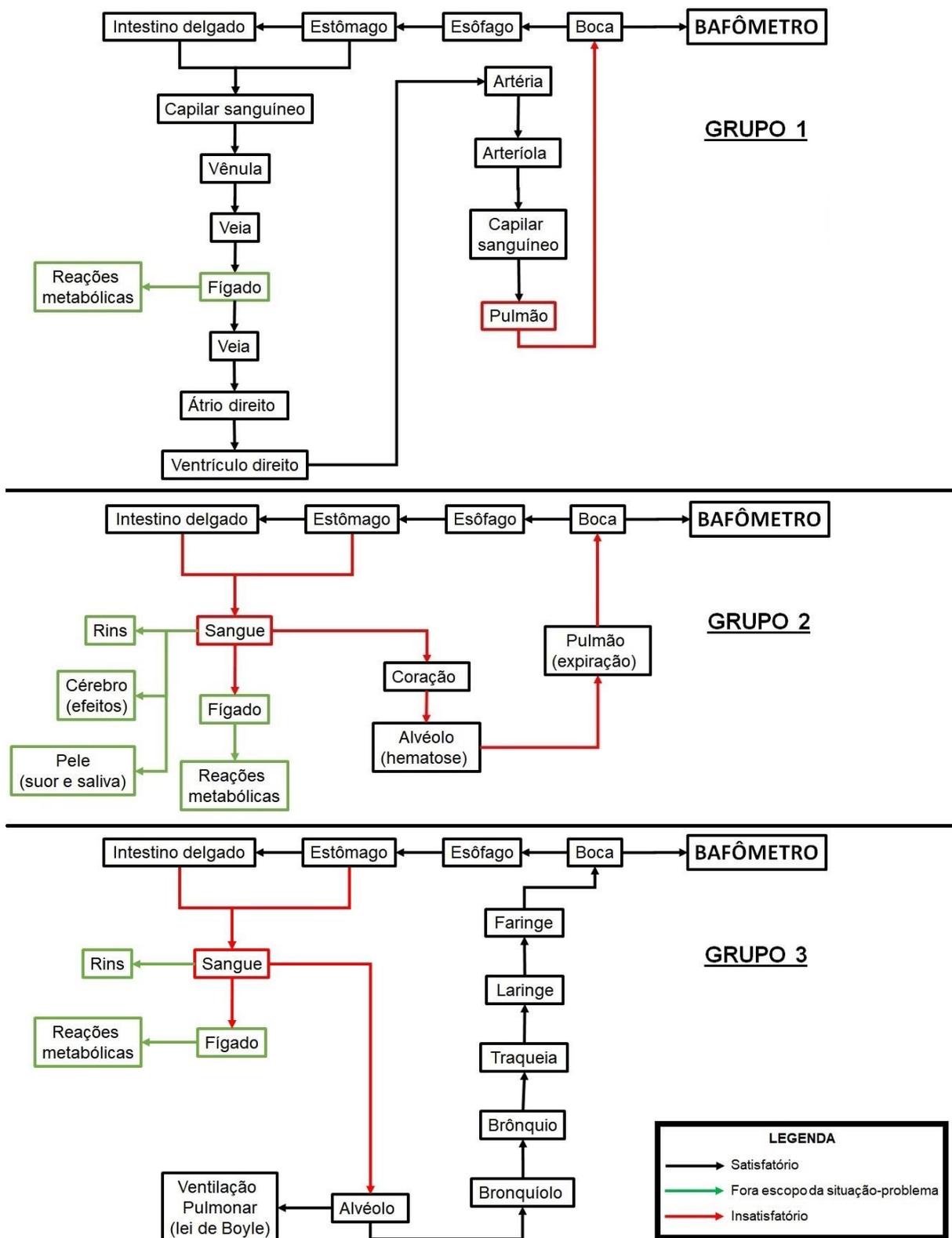
dos pontos a serem estudados. Já no grupo 2, os alunos não conseguiram estabelecer essa relação, indicada na seta pontilhada, sendo a hipótese então sugerida diretamente pelo tutor.

Chama a atenção também as hipóteses criadas sobre como o álcool se dirigiria para o ar expelido no bafômetro. No grupo 1, surgiu a hipótese do “álcool gasoso”: de alguma forma, o álcool sofreria alguma reação química no estômago, que não ocasionaria alguma mudança na estrutura química da substância (isto é, continuaria sendo etanol), mas o tornaria gasoso, o que acarretaria a sua trajetória reversa até a boca, “assim como o hálito” (fala do aluno). Essa hipótese, criada por um dos alunos, não foi aceita de início pelos demais, mas após uma breve discussão, os componentes do grupo aceitam ao menos investigar essa possibilidade.

Outra hipótese alternativa foi a proposta no grupo 3, que estabeleceu uma relação entre o sangue e os componentes da saliva, podendo ser enunciada da seguinte maneira: se há álcool no sangue, este estaria também nas glândulas salivares e, ao produzir saliva, ela conteria álcool. Era essa saliva que seria detectada pelo bafômetro. Tais hipóteses, apesar de ingênuas à luz dos fatos, foram um motivador na busca de informações na fase de SDL, especialmente entre os autores de tais sugestões.

É digno de nota o fato de, no grupo 2, ter sido constantemente necessária a intervenção do tutor para que a discussão avançasse. As discussões espontâneas, quando ocorriam, acabaram girando muito mais em torno de aspectos que estavam fora do escopo da situação-problema, como o efeito do álcool no sistema nervoso e mesmo essas eram breves. Observamos que nesse grupo não havia a presença de uma pessoa que tivesse preponderância sobre as demais na discussão. Nos outros grupos, no entanto, se verificou a presença de dois ou três alunos mais ativos e que lideravam a discussão, sendo até necessário, em alguns momentos, a intervenção do tutor para facilitar a participação dos demais integrantes. Talvez esse seja um dos motivos pelo qual a discussão foi mais acanhada no grupo 2.

A partir das hipóteses desenvolvidas, os alunos levantaram pontos a serem estudados na fase de estudo autogerido. Como dito, muitos desses tópicos foram apontados pelos próprios alunos, mas em alguns casos o tutor interveio para assegurar que todos os pontos necessários para a compreensão completa da trajetória do álcool pelo corpo de Júlio fossem estabelecidos. Fazendo a análise das apresentações e dos relatórios produzidos pelos grupos, foi possível gerar a Figura 13, que ilustra como os grupos explicaram essa trajetória após a fase de SDL.



**Figura 13:** Explicação dos grupos sobre a trajetória do álcool ao final do ciclo tutorial.

Nestes esquemas, pode-se observar que houveram momentos nos quais os grupos se aproximaram dos objetivos instrucionais propostos (quadros/setas pretas), mas houveram pontos que foram insuficientemente explicados (quadros/setas em

vermelho). As questões não previstas nos objetivos instrucionais estão destacadas nos quadros ou setas verdes.

A trajetória de substâncias pelo sistema digestivo, apesar de ser um assunto previamente estudado, não foi bem explicada pelos alunos durante as discussões iniciais (ver Figura 12). Porém, nesse momento final, os grupos conseguiram compreender esse processo satisfatoriamente. Todos os grupos falaram sobre as reações metabólicas que ocorrem no fígado, agora mais detalhadamente graças ao estudo autodirigido, apesar de não ser esse um foco tomado como importante durante o planejamento (ver segundo estudo). Porém, ficou claro que os alunos refinaram a explicação sobre como o álcool se dirige para esse órgão, especialmente o grupo 1, que inclusive entrou em maiores detalhes sobre o sistema porta hepático.

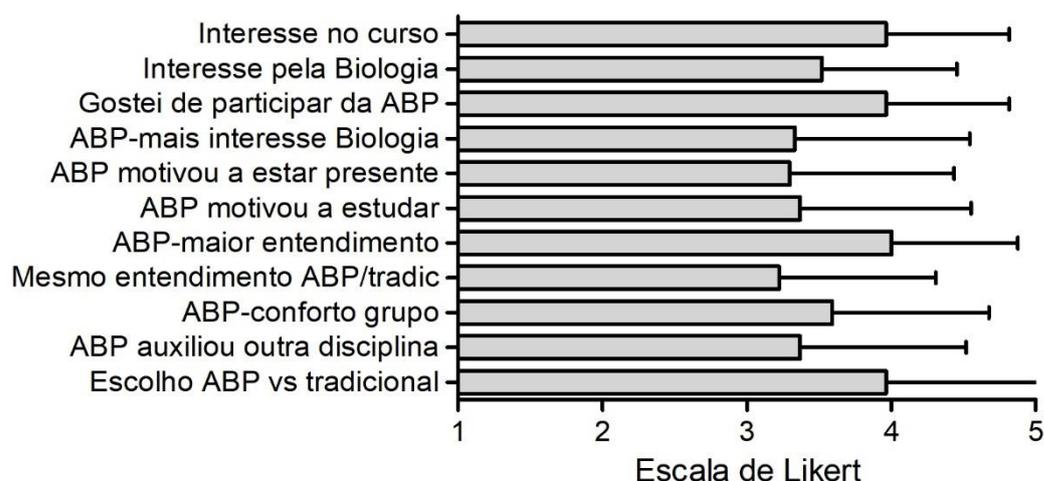
Apesar de havermos destacado, tanto no texto da situação-problema como na fase de discussão inicial, que as reações metabólicas, efeitos do álcool e outros meios de eliminação do álcool, não eram o foco dessa situação-problema, os grupos trouxeram essas informações em maior ou menor grau (linhas verdes – Figura 13). Isso não é um problema em si, contanto que eles expusessem também a compreensão suficiente do que fora proposto nos objetivos instrucionais (isto é, a trajetória do álcool pelo corpo do Júlio até o bafômetro – Figura 11).

Ao compararmos as Figura 11 e Figura 13, constatamos que os grupos 1 e 3 trouxeram informações complementares, ou seja, alguns componentes conceituais que foram insuficientes em um dos grupos foram apresentados pelo outro satisfatoriamente e vice-versa (Figura 13). O que foi observado no grupo 2 foi mais preocupante, pois a explicação dos alunos frente ao problema ficou aquém do esperado, especialmente quando se consideram os objetivos instrucionais propostos. Este também foi o grupo que trouxe maior quantidade de conteúdos que estavam fora do escopo dos objetivos instrucionais propostos. Chama a atenção o fato de esse ter sido o grupo cuja discussão inicial foi considerada a mais improlífica, seja pela pouca participação dos alunos, seja pela falta de objetividade em se tratar a situação-problema, podendo haver uma relação causal entre esses dois fatos.

Ao final das apresentações dos grupos, realizamos uma discussão final, na qual o tutor fez considerações sobre a atividade como um todo e trouxe pontos de discussão adicionais, que visavam auxiliar a fomentar o componente reflexivo da estrutura 3C3R, conforme descrito no item 6.3.1. Porém, pelo fato de, nesse momento, ter sido necessário um tempo maior para a discussão das apresentações

dos grupos, os temas de debate propostos anteriormente não foram abordados como planejado.

Posteriormente, aplicamos o questionário de percepção dos alunos com relação à ABP, composto de onze questões objetivas e uma aberta (Apêndice E). Dos vinte e oito alunos, um se recusou a responder ao questionário. A Figura 14 mostra os valores obtidos na escala de Likert para as respostas às questões objetivas do questionário, lembrando que, quanto maior o valor obtido, maior a concordância com a afirmação.



**Figura 14:** Valores da escala de Likert para as respostas dadas pelos alunos nas perguntas objetivas do questionário de percepção (ver Apêndice E).

Podemos observar que as afirmativas com maior valor de concordância foram aquelas relativas ao interesse do aluno pelo curso e as afirmações acerca de impressões positivas com a ABP: gostar de ter participado do ciclo tutorial; maior entendimento proporcionado pela metodologia e, se pudessem escolher entre a ABP e o ensino tradicional, escolheriam a primeira. A afirmativa que teve o menor valor (mas que ainda está no espectro do “concordo”) era a que trazia a ideia de que eles teriam o mesmo grau de entendimento do conteúdo estudado pelo ciclo tutorial caso este fosse ensinado pelo método tradicional (Figura 14).

A partir das respostas à questão aberta “Por que você gostaria de continuar, ou não continuar, tendo aulas com a utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas no seu curso?”, foram criadas as categorias mostradas na Tabela 11. Agrupamos e quantificamos as respostas dos alunos em cada uma das categorias, dando a frequência em valores totais e em porcentagem em relação ao total de respostas dadas. Inicialmente, a grande divisão das categorias ocorreu entre as impressões positivas e negativas com relação à ABP.

Entre as impressões positivas, muitos alunos (25,9%) abordaram a ideia de que trabalhar em grupo no ciclo tutorial foi bom para o entendimento do conteúdo. Também se destaca a quantidade de respostas relatando que a metodologia é motivadora (18,5%) e que consideram a ABP melhor do que o ensino tradicional (14,8%), corroborando os altos valores na escala de Likert obtidos nas afirmativas de conteúdo semelhante (Figura 14). Cinco das respostas dadas pelos alunos foram consideradas como impressões negativas (três últimas categorias, Tabela 11). Entre essas, encontram-se relatos acerca da dificuldade em se trabalhar com a metodologia (e em grupo) e um aluno (3,7% do total) relatando que era melhor continuar a ter aulas com o método tradicional, em virtude de seu costume com o mesmo.

**Tabela 11:** Categorias de respostas dadas pelos alunos para a pergunta aberta do Questionário (Apêndice E).

<b>Categorias</b>	<b>Total</b>	<b>(%)</b>
Positivo de um modo geral	2	7,4
É motivador trabalhar com a ABP	5	18,5
Trabalhar com a ABP melhora o entendimento	2	7,4
Discussão em grupo facilita o entendimento	7	25,9
Pesquisar facilita o entendimento	2	7,4
A ABP é melhor que o ensino tradicional	4	14,8
Dificuldade com a metodologia de um modo geral	2	7,4
Dificuldade com a ABP no trabalho em grupo	2	7,4
Tradicional é melhor, pois tem costume com a mesma	1	3,7
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>

De um modo geral, a maior parte dos alunos (22 dos 27 respondentes, 81,4% do total) teve uma boa impressão do trabalho com a ABP. Com relação aos resultados da mudança conceitual dos alunos ao final do ciclo tutorial, apesar de nenhum grupo conseguir alcançar todos os objetivos instrucionais, consideramos que a mudança conceitual se aproximou do que era esperado nas metas instrutivas propostas (ver segundo estudo item 5.4.1). É importante considerarmos também que a análise de conteúdo foi feita com base nas apresentações e relatórios dos grupos (Figura 13) e que realizamos uma discussão final, na qual o tutor apresentou as lacunas apresentadas em cada um dos grupos. É possível afirmarmos que essa mudança cognitiva é semelhante à observada em outros estudos, nos quais igualmente se reporta uma diferença entre os objetivos instrucionais e o que os

alunos efetivamente pesquisaram e adquiriram de conhecimento (DOLMANS et al., 1993; HUNG, 2011). Importante dizer que, por se tratar de uma aplicação isolada da ABP, não esperávamos grandes alterações nas habilidades de resolução de problemas ou de estudo autodirigido e, por esse motivo, não propomos nenhum instrumento que avaliasse esses fatores.

Consideramos que houveram alguns pontos no planejamento e aplicação da ABP que poderiam ter sido revisadas, e que poderiam ter causado um incremento na mudança conceitual, aproximando-a ainda mais dos objetivos de obtenção de conhecimento. Esses serão analisados a partir dos seguintes enfoques, não necessariamente excludentes entre si: i) problemas na formulação da situação-problema; ii) ineficiência do trabalho em grupo; iii) ausência de suportes (*scaffolds*) apropriados e iv) inadequação do estudo autodirigido.

A qualidade do problema afeta a obtenção de conhecimento do aluno (HUNG, 2016; SCHMIDT; MOUST, 2000). Ao observarmos as mudanças conceituais em cada grupo e analisarmos a situação-problema formulada, observamos que alguns procedimentos da formulação do problema, produzido a partir da proposta de Hung (2006, 2009), poderiam ser revistos. O último parágrafo da situação-problema, que visava superar a falta de habilidades de resolução de problemas e de aprendizagem autodirigida dos alunos (ver segundo estudo, Passo 7) poderia ser ainda mais estruturado, para que os alunos não se desviassem tanto dos objetivos instrucionais propostos. A redação do parágrafo poderia ser como a seguir (novas partes em negrito e sublinhada):

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

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

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

Este ajuste, apesar de ocorrer após a execução do ciclo tutorial, é importante no sentido de compreender e afinar os processos de calibração da situação-problema, e que é encorajado por O'Neill e Hung para a aplicação da ABP (O'NEILL; HUNG, 2010). Apesar de termos a noção de que o melhor era ter feito essas

correções antes do ciclo tutorial, a observação posterior é preferível ao desconhecimento de que essas alterações possam ser úteis, ainda mais ao se pensar em aplicações futuras da metodologia. No entanto, ao observarmos as discrepâncias da mudança conceitual entre o grupo 2 com relação aos demais grupos, é possível considerar que a qualidade do problema pode ter tido um efeito menor do que os fatores doravante discutidos.

Trabalhar em grupo na ABP possibilita aos alunos uma grande autonomia no seu processo de aprendizagem, especialmente nos passos 6 (estudo autodirigido) e 7 (reunião pós-estudo autodirigido) do ciclo tutorial da ABP (Tabela 10), bem como na elaboração da apresentação e relatório. No entanto, alunos que estão no ensino médio, muitas vezes, possuem uma experiência reduzida em exercer esse privilégio (WEISS; BELLAND, 2017), o que pode dificultar o processo como um todo. Observamos algumas evidências de que a autonomia provavelmente resultou em ineficiência em alguns casos. Na resposta à pergunta aberta do questionário (Apêndice E), que questionava se havia interesse do aluno em continuar a ter aulas com a utilização da ABP, alguns alunos trouxeram respostas dissonantes sobre a questão do trabalho em grupo:

**Aluno A:** Eu não gostaria de continuar, pois o trabalho em grupo é muito complicado, alguns integrantes não têm tempo de fazer o trabalho ou fazem de qualquer forma, outros integrantes nem se dão o papel de marcar presença nas reuniões em grupo.

**Aluno B:** Sim, pois as discussões que tivemos nos grupos contribuiu e facilitou o entendimento do assunto, para mim é uma boa metodologia e gostaria que continuasse sendo aplicada.

Essas respostas nos levam a crer que existiram problemas no trabalho em grupo (pelo menos em um deles). Ao se trabalhar em grupo, é importante considerar que os processos são altamente dinâmicos e criam muitas variáveis que podem afetar os resultados da aprendizagem (MENNIN, 2007; VAN BLANKENSTEIN et al., 2013). Uma dinâmica de grupo ótima é conseguida, basicamente, através de uma rica interação, discussão interativa e negociação entre os participantes, o que nem sempre é alcançado, devido a fatores cognitivos, sociais e motivacionais (VAN DEN BOSSCHE et al., 2006). Os instrumentos utilizados nesse estudo não possibilitaram a verificação efetiva desses fatores, mas é possível inferir, com base na fala de alguns alunos (por exemplo, Aluno A), que houveram problemas, pelo menos, em relação às interações sociais.

Um ponto a ser discutido nesse momento é o da quantidade de alunos em cada grupo. Com a saída de alunos dos grupos (por não terem participado do ciclo tutorial completo), os grupos 1, 2 e 3 ficaram com onze, dez e sete alunos, respectivamente. O número ideal de alunos em um grupo para o ciclo tutorial gira em torno de seis a oito alunos e, caso esse número seja excedido, facilita a ocorrência de alunos que não participam, seja por inibição ou por astúcia, o que foi constatado, por exemplo, em alguns cursos ofertados na Universidade de Maastricht, nos quais grupos grandes de alunos participavam dos ciclos tutoriais (MOUST; VAN BERKEL; SCHMIDT, 2005). Apesar dos grupos formados não terem um número tão elevado de alunos, somente um tinha o número ideal de participantes (graças a ausência de alguns estudantes), e a inexperiência dos alunos com a ABP pode ter ocasionado os problemas supracitados.

Além da interação nos grupos, uma questão relevante para as assimetrias de mudanças conceituais observadas entre os grupos (Figura 13) pode se encontrar no fato de termos dado aos alunos total liberdade na busca de referências na fase de estudo autodirigido. Apesar de ter sido dito aos alunos que os livros-texto presentes na biblioteca do *campus* eram referências importantes a serem consultadas, muitos deles fizeram apenas pesquisas em endereços eletrônicos, conforme constam nos relatórios produzidos pelos grupos. Apenas o grupo 2 relatou ter feito pesquisas em livros-texto. Mesmo na Universidade de Maastricht, na Holanda, na qual se utiliza a ABP de forma curricular há mais de três décadas, é fornecido aos alunos, ao final da fase de formulação de pontos para o estudo autodirigido (Passo 5 – Tabela 10), uma longa lista de referências que podem ser úteis (MOUST; VAN BERKEL; SCHMIDT, 2005). Cabe aos estudantes verificarem, dessa lista, quais são aquelas que efetivamente irão auxiliá-los.

No caso da nossa aplicação da ABP, talvez fosse importante ter utilizado um suporte rígido (*hard scaffold*), que vem sendo utilizado e pesquisado com mais ênfase para o ensino médio (LIU; PEDERSEN, 2002; SIMONS; KLEIN, 2007; WEISS; BELLAND, 2017). A tradução direta para *scaffold* é “armação” ou “andaime”, e na ABP se refere ao suporte temporário que é oferecido aos alunos para auxiliá-los a completar uma tarefa que, de outra maneira, eles não seriam capazes de completar por conta própria (SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011; WOOD; BRUNER; ROSS, 1976).

A maioria dos tipos de suporte presentes em ciclos tutoriais podem ser classificados como flexíveis ou rígidos (SAYE; BRUSH, 2002). Suportes flexíveis são

dinâmicos, espontâneos e se referem às ações do tutor para auxiliar necessidades específicas dos estudantes (por exemplo, fazendo um questionamento em um momento crítico; SCHMIDT; ROTGANS; YEW, 2011). Suportes rígidos, como o nome diz, são estáticos e produzidos antecipadamente, baseados em dificuldades que são esperadas que os alunos enfrentem quando da discussão de uma situação-problema.

Nossa aplicação da ABP se pautou no uso de um suporte flexível, e talvez fosse útil para os alunos da nossa amostra o uso de um suporte rígido, como a criação de um guia estratégico, no qual um especialista fornece recomendações específicas para algum momento do processo de resolução do problema. Pedersen e Liu (2002) criaram um guia na forma de programa de computador contendo vídeos em que, por exemplo, um especialista descreve o processo usado para determinar se a informação é relevante para o problema, o que representa uma dificuldade típica entre estudantes do ensino médio (LIU; PEDERSEN, 2002). Esse tipo de suporte poderia ter incrementado a mudança cognitiva observada nos alunos, facilitando a orientação dos estudos em torno dos objetivos instrucionais propostos.

Uma outra abordagem que poderia ter sido interessante se encontra no uso de um material de estudo específico para a fase de estudo autogerenciado, onde os estudantes encontrariam informações úteis para resolver o problema, a exemplo do que fora aplicado, de forma experimental, por Lisette Wijnia e colaboradores (WIJNIA et al., 2014). Nesta pesquisa, ao final da fase de levantamento dos pontos de aprendizado a serem estudados, foi fornecido a um grupo dos participantes um material específico (com respostas padrão para os pontos de aprendizado) para a fase de estudo autogerenciado, ao passo que outro grupo de alunos realizou esse estudo da forma usual (isto é, construíram suas próprias respostas com base em várias referências). Observou-se que os alunos do primeiro grupo possuíam melhores resultados no aprendizado, com menor investimento em estudo autogerenciado e um “esforço mental” (WIJNIA et al., 2014, p.22) equivalente ao do segundo grupo. Embora realizada em um contexto laboratorial, o que ocasiona preocupações em se trazer essa abordagem para situações reais de aprendizado, essa abordagem pode ser interessante quando se trata de estudantes com pouca experiência com a metodologia, como em nosso estudo.

Apesar dos problemas considerados, é importante destacar que grande parte dos alunos relataram terem gostado de participar do ciclo tutorial, acreditando que entenderam melhor o conteúdo trabalhado, e que teriam interesse em continuar

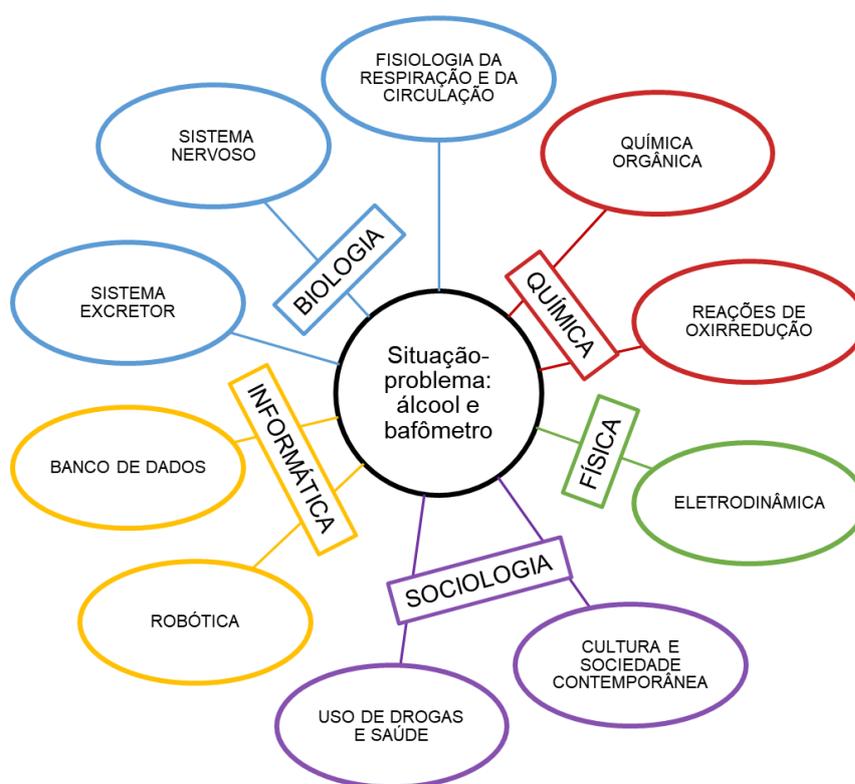
tendo aulas com a metodologia. Destacam-se as impressões positivas em relação ao trabalho em grupo e motivação (Figura 14 e Tabela 11), o que está de acordo com o observado em outros estudos com a utilização da ABP, seja de forma isolada (GÜNTER; ALPAT, 2017; LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011) ou curricular (CARRIÓ et al., 2011; STROBEL; VAN BARNEVELD, 2009). Também é relevante frisar novamente que as diferenças entre os objetivos instrucionais propostos e o aprendizado dos alunos nesse estudo foi análogo ao observado em outros estudos (DOLMANS et al., 1993; HUNG, 2011).

Adicionalmente, acreditamos que, com as adequações sugeridas na execução do ciclo tutorial, a ABP pode ser utilizada de forma satisfatória no Instituto Federal do Acre, local onde se realizou a pesquisa deste estudo, ocasionando os resultados positivos que vem sendo atribuídos à metodologia. Talvez a pesquisa em ABP no Brasil, e mais especificamente na Região Norte, deva se concentrar também em pesquisas quantitativas nas quais se comparem a ABP com demais metodologias instrucionais, particularmente em situações nas quais ela seja mais empregada. Apesar do consenso de que ela funciona em várias modalidades de ensino na Europa, América do Norte e, mais recentemente, na Ásia, o esforço amostral na região supracitada ainda é extremamente escasso, sendo importante ainda a validação da ABP para os aspectos culturais presentes (FRAMBACH et al., 2012).

Quando voltamos a atenção para a discussão da validade da análise qualitativa de conteúdo como uma metodologia para a verificação dos efeitos no aprendizado, verificamos que ela se mostrou eficaz para a observação de mudanças conceituais ao longo do ciclo tutorial da ABP. Essa constatação encoraja a nossa argumentação de que a observação *in situ* da ABP, especificamente através de análises qualitativas, deva ser também um importante foco de pesquisa em ABP, assim como vem sendo sugerido (IMAFUKU; BRIDGES, 2016; JIN; BRIDGES, 2016).

De acordo com o que fora verificado acerca das mudanças conceituais entre os grupos, acreditamos que esses resultados possibilitam reforçar a ideia de alguns autores de que é preciso repensar o modelo da ABP proposto anteriormente por Gijlaers e Schmidt (ver SCHMIDT; MOUST, 2000), o qual nos referimos na introdução desse estudo, que busca explicar como a ABP, em suas diferentes características, propicia as mudanças conceituais nos alunos. É importante que se discuta a inclusão, nesse modelo, da questão das capacidades sociais individuais e a interferência que este possui no aprendizado, assim como observado em alguns trabalhos (ver VISSCHERS-PLEIJERS et al., 2006) e no presente estudo.

Como um último ponto a ser mencionado, pelo fato de esse estudo ter ocorrido em um curso de ensino médio integrado ao ensino profissionalizante, no caso, técnico em informática, é importante mencionar que a situação-problema utilizada poderia servir como “ponte” integradora para tratar de outros assuntos da Biologia e de outras disciplinas que fazem parte da matriz do curso em questão. Algumas disciplinas, como a Sociologia, poderiam abordar aspectos éticos relacionados ao uso de drogas lícitas, por exemplo. Outras auxiliariam a explicar o funcionamento do bafômetro em si, como Química, Física e disciplinas específicas do curso técnico. A Figura 15 ilustra exemplos dos diferentes assuntos que poderiam ser abordados, de acordo com as disciplinas.



**Figura 15:** Possibilidades de interdisciplinaridade da situação-problema utilizada no estudo.

A exemplo do que foi feito por Pierini e colaboradores (2015), os conhecimentos interdisciplinares a serem explorados pela situação-problema podem ser discutidos com os professores que atuam no curso. Dessa forma, poderia ser iniciado um processo de ensino híbrido com a ABP, no qual, por exemplo, um ciclo tutorial iniciaria cada bimestre letivo, e a condução do ciclo tutorial poderia ser seguida pelo trabalho dos demais professores da turma em seus conteúdos específicos, contextualizando os assuntos em relação ao problema que foi apresentado e resolvido pelos estudantes, promovendo assim o ensino

interdisciplinar. Ademais, o próximo estudo da tese fará uma proposição de currículo para um curso técnico de técnico em laboratórios de saúde pública, que pode auxiliar na visualização de como um curso pode se estruturar com o uso híbrido da ABP.

## **6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo buscou avaliar o potencial do uso da Aprendizagem Baseada em Problemas para estudantes do ensino médio e técnico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre. Para isso, investigamos as mudanças conceituais de estudantes que passaram por um ciclo tutorial da ABP, conduzido com a finalidade de trabalhar os conteúdos relativos à fisiologia da circulação e da respiração humana. Também almejávamos colher informações acerca das impressões dos alunos em relação à metodologia.

Nossos resultados indicaram uma mudança conceitual que permitiu aos alunos compreenderem a resolução do problema. No entanto, acreditamos que era possível uma obtenção de conhecimento ainda maior, se tivéssemos feito algumas adequações na situação-problema elaborada e usado alguns instrumentos distintos dos utilizados. Talvez a principal mudança seria o fornecimento, em conjunto, de um referencial específico para os estudos autogeridos dos alunos com um suporte rígido previamente elaborados (por exemplo, vídeos), que poderiam auxiliar os alunos em momentos nos quais comumente os alunos com pouca experiência com ABP possuem dificuldades.

Também observamos que grande parte dos alunos tiveram impressões positivas em estudar com a ABP, o que nos encoraja a seguir investigando a validade de sua utilização no IFAC. Adicionalmente, visualizamos possibilidades de integração curricular que o uso da situação-problema formulada possibilita, potencialmente permitindo a ocorrência de um uso híbrido da ABP no ensino técnico integrado ao ensino médio na instituição.

Estudos futuros podem ter como enfoque quais são os melhores instrumentos para auxiliar alunos inexperientes com a ABP. Seria pertinente a verificação do uso conjunto de suportes rígidos estratégicos com o fornecimento de referenciais relevantes para o estudo autogerido para auxiliar esses alunos a conseguirem alcançar os resultados esperados de aquisição de conteúdo e integração entre teoria e prática, aliado a um inicial aumento na capacidade de estudo autogerido. Como

citado na seção anterior, existem estudos que trabalham com esses instrumentos de forma isolada, mas talvez a utilização concomitante proporcione melhores resultados. Também seria interessante o aprofundamento da verificação da influência que os processos sociais presentes no trabalho em grupo possuem no aprendizado. Tais trabalhos poderiam, respectivamente, esclarecer de forma mais efetiva como se aplicar a ABP com alunos inexperientes e, possivelmente, rever o modelo proposto por Gijsselaers e Schmidt, que busca explicar quais os fatores intrínsecos da ABP que vão influenciar no aprendizado dos alunos.

## **7 QUARTO ESTUDO: UMA PROPOSTA DE CURRÍCULO HÍBRIDO EM APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS PARA A FORMAÇÃO DE TÉCNICOS EM LABORATÓRIOS DE SAÚDE PÚBLICA**

### **7.1 RESUMO**

No âmbito da formação profissionalizante, as características da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) propiciam uma maior aproximação dos alunos da prática profissional. Este estudo apresenta uma proposta curricular fundamentada no uso híbrido da ABP para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública. A lógica da estrutura curricular apoia-se em dois eixos estruturantes: 1) as principais tecnologias utilizadas nos laboratórios de saúde pública, tais como a microscopia, a volumetria, a espectrofotometria, a cromatografia e a eletroforese; e 2) as principais matrizes utilizadas nos laboratórios, tais como a água, os alimentos, a urina, as fezes e o sangue. Nessa proposta, o conhecimento estará contido no que se conhece como um “currículo em espiral”, no qual os conteúdos são apresentados do simples/básico ao avançado/complexo. Para garantir essa formatação, recomendamos a utilização da metodologia de criação de problemas baseada no modelo 3C3R. Dessa forma, poderia haver um crescente grau de semiestruturação dos problemas apresentados ao longo do curso, o que ocasionaria um aumento nas habilidades de estudo autogerido e de resolução de problemas, sem prejuízo para a aquisição dos conceitos necessários. Com esta proposta, busca-se fomentar discussões acerca da implantação de currículos e de estratégias de ensino que possam contribuir para melhorar o ensino profissionalizante no Brasil, assim como promover a formação de técnicos capazes de atuarem nos laboratórios que compõem o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (SISLAB).

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas; Currículo; 3C3R; Educação Profissional em Saúde.

## 7.2 INTRODUÇÃO

Como princípios norteadores para a educação profissional técnica de nível médio, as Diretrizes Curriculares Nacionais apontam para: i) a articulação entre educação básica e a educação profissional e tecnológica, ii) a relação entre teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem e iii) a interdisciplinaridade assegurada no currículo e na prática pedagógica (BRASIL, 2012). Entretanto, a predominante organização linear das disciplinas na estruturação de currículos, assim como as estratégias tradicionais de ensino geralmente adotadas, não favorecem a aplicação desses princípios.

No campo da Saúde Pública, por exemplo, os cursos de habilitação técnica em Análises Clínicas apresentam, em geral, currículos organizados em disciplinas como a Parasitologia, a Microbiologia, a Imunologia, a Hematologia e a Bioquímica. Essa organização curricular é compreensível na medida em que tais disciplinas surgem a partir de uma transposição de temas que podem ser contemplados na formação desses profissionais, sendo preconizados no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos ([http://pronatec.mec.gov.br/cnct/et\\_ambiente\\_saude\\_seguranca/t\\_analises\\_clinicas.php](http://pronatec.mec.gov.br/cnct/et_ambiente_saude_seguranca/t_analises_clinicas.php)). Isso também ocorre quando há a oferta de cursos na forma integrada entre o ensino médio e a educação profissional técnica, ou seja, cada uma dessas modalidades de ensino desenvolve seu currículo dentro de uma concepção cartesiana (fragmentária e reducionista) e surgem problemas como duplicações desnecessárias de conteúdos e o distanciamento entre a teoria e a prática profissional (ALVES, N. G.; LOPES, R. M.; SILVA-FILHO, 2009; ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V; LOPES, 2007).

Nesse contexto, a substituição das metodologias ou estratégias tradicionais de ensino e aprendizagem é um desafio para a educação profissional em saúde no Brasil, assim como uma alteração nas lógicas conservadoras de organização curricular. Tendo em vista a superação desses métodos instrucionais, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) vem sendo empregada. A ABP é mais do que uma técnica educacional ou método de instrução, trata-se tanto de uma estratégia educacional como de uma 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. Diversas publicações no campo da Saúde Pública vêm defendendo o uso e empregando a ABP na formação de profissionais de saúde mais capazes para enfrentar as mudanças e desafios nos diferentes espaços de atuação do Sistema Único de Saúde (ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V; LOPES,

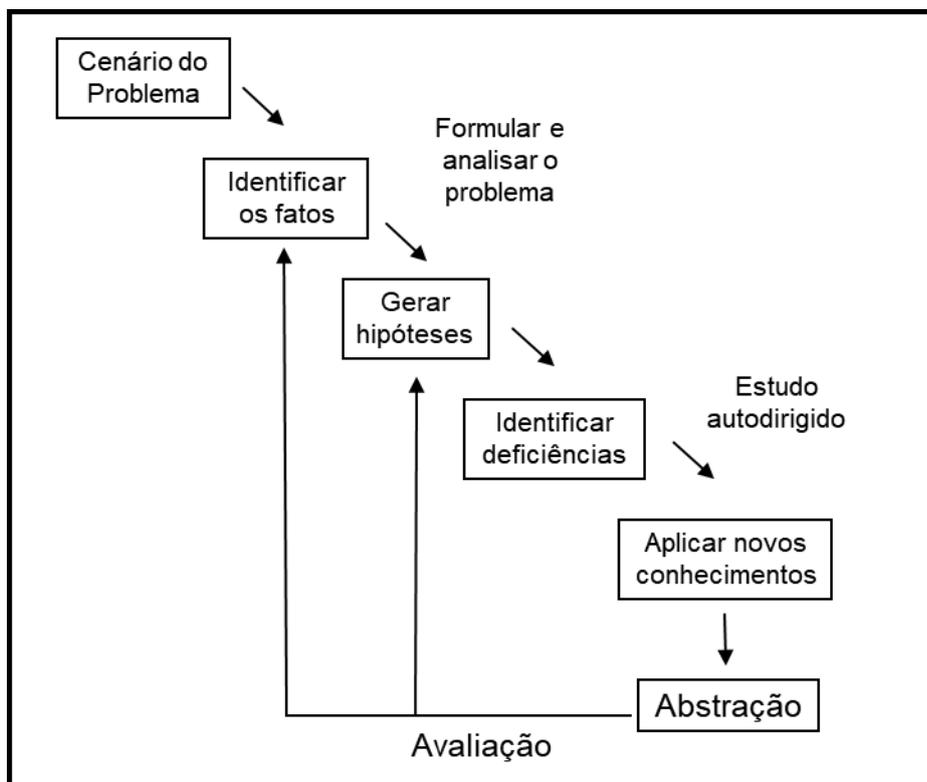
2007; BARROS; BATISTA, 2011; BATISTA et al., 2005; MITRE et al., 2008). Nesse sentido, Batista e Gonçalves (2011), por exemplo, afirmam que determinados pressupostos da aprendizagem são nucleares na ABP:

(...) o conhecimento prévio para a mediação de novas aprendizagens; a diversificação de cenários que facilitem a construção de novos conhecimentos; o entendimento de que conhecer implica acesso e constante reconstrução das informações; a **valorização da prática** como estrutura para aprender; a compreensão de que a motivação para aprendizagem se produz no cruzamento dos projetos pessoais com as condições socioeducativas (p.233, grifo nosso).

A ABP incorpora elementos como a construção do conhecimento a partir de atividades cooperativas e solidárias entre os estudantes, a aprendizagem autorregulada e o uso de problemas autênticos, que articulam o mundo do trabalho ao processo de ensino e aprendizagem (ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V; LOPES, 2007; NEVILLE; NORMAN, 2007). Como benefícios da utilização da ABP, destacam-se o incremento na capacidade do estudante em conduzir pesquisas, integrar teoria e prática, comunicar-se, realizar trabalho em grupo, aplicar conhecimentos e habilidades para desenvolver uma solução viável para um problema, desenvolver estudos autogeridos e auto avaliações para tomada de decisões, além de aumentarem as suas competências para o trabalho colaborativo e solidário em pequenos grupos e de desenvolverem maior comprometimento com o próprio aprendizado (LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011; WOOD, 2003; YOON et al., 2012).

Aos estudantes, se apresenta um problema cuidadosamente elaborado que dispara o processo de ensino e aprendizagem, através de um ciclo estruturado de atividades (Figura 16). Em síntese, os estudantes, organizados em grupos, são apresentados a um determinado cenário que traz um problema a ser resolvido, relacionado com a realidade profissional dos alunos. Em um segundo momento, os aprendizes devem analisar e reformular a situação-problema, identificando fatos relevantes do cenário apresentado. Essa etapa auxilia os estudantes na representação do problema, fazendo-os entender melhor os fatos envolvidos e fazendo-os gerar hipóteses para possíveis soluções. Uma parte importante dessa etapa é a identificação das deficiências de conhecimento do grupo que podem dificultar ou impedir a proposição de soluções para o problema. Essa conclusão sobre as deficiências, feita em grupo e com foco na solução do problema central identificado, gera uma etapa de estudos autogeridos. Posteriormente, cada estudante aplica os novos conhecimentos adquiridos no momento individual de

aprendizagem na busca da solução coletiva do problema. Ao final de cada ciclo, ou de cada problema, os estudantes precisam refletir sobre os conhecimentos que foram adquiridos no processo.



**Figura 16:** O ciclo de aprendizagem na Aprendizagem Baseada em Problemas (adaptado de Hmelo-Silver, 2004).

Para a utilização da ABP como um estruturador de currículos, é importante pensar nas necessidades instrucionais específicas dos estudantes aos quais se dirige o curso. Basicamente, os diferentes tipos de utilização curricular da ABP giram em torno de variações em relação a duas características: o grau de estruturação das situações-problema (*problem structuredness*) e o grau de autonomia (*self-directedness*) almejada para os alunos (BARROWS, 1986). De acordo com essa classificação, Hung (2011) argumenta que cursos nos quais é utilizada a chamada ABP “*pura*”, cujos problemas são extremamente semiestruturados e é dado aos alunos uma autonomia elevada para a resolução de problemas, tendem a incrementar as habilidades de resolução de problemas e de estudo autodirigido. Porém, estratégias que se utilizam da ABP de forma mais tênue, como o uso de situações-problema mais estruturadas aliado a aulas tradicionais (ABP “*híbrida*”), desenvolve essas características em menor grau, mas são mais eficientes em fazer com que o conhecimento almejado seja adquirido pelo estudante (HUNG, 2011).

O desenvolvimento de problemas com processos de calibração do grau de estruturação foi proposto por Hung em trabalhos anteriores (2006, 2009) e foi discutido no segundo e terceiro estudos. Porém, para a utilização curricular da ABP, é necessário que se pense nos processos de conectividade entre as situações-problema apresentadas ao longo do curso, para que os alunos não tenham uma visão compartimentalizada dos assuntos estudados (O'NEILL; HUNG, 2010). Para isso, é recomendável a condução dos nove passos da criação de problemas (HUNG, 2009) para assegurar a presença dos componentes 3C3R que, por sua vez, facilitarão os processos de conectividade e reflexão dos conteúdos abordados. Resumidamente, esses componentes visam criar uma estrutura conceitual para a ABP que auxiliem na criação de problemas bem desenvolvidos para o corpo discente em questão (HUNG, 2006 – ver também segundo estudo, especialmente os passos oito e nove).

O presente estudo busca iniciar e contribuir na reflexão sobre a construção de currículos estruturados na Aprendizagem Baseada em Problemas na formação de trabalhadores de nível técnico no campo da Saúde Pública. Assim, é apresentada uma proposta curricular inovadora para a formação de técnicos em laboratórios de Saúde Pública, alicerçada no emprego da ABP na busca da formação de técnicos de laboratórios com um caráter mais generalista, profissionais capazes de atuar em diferentes laboratórios da Saúde Pública, como os que compõem o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (SISLAB).

O SISLAB tem sua definição e organização descritas na Portaria GM/MS Nº 2.031 de 23 de setembro de 2004. Entende-se o SISLAB como um “conjunto de redes nacionais de laboratórios, organizadas em sub-redes por agravos ou programas, de forma hierarquizada por grau de complexidade das atividades relacionadas à vigilância em saúde – compreendendo a vigilância epidemiológica e vigilância em saúde ambiental, vigilância sanitária e assistência médica” (BRASIL, 2004). Dessa forma, diversas atividades laboratoriais são executadas pelo SISLAB, conforme descrito nos Artigos 3º, 4º, 5º e 6º da mesma Portaria tais como: diagnóstico de doenças de notificação compulsória; monitoramento de resistência antimicrobiana; definição da padronização de *kits* de diagnóstico; vigilância da qualidade da água, ar e solo; vigilância de fatores ambientais físicos, químicos e biológicos; análises de alimentos, medicamentos e saneantes; análises de imunobiológicos e hemoderivados; análises de toxicologia humana e de produtos, materiais e equipamentos de uso para a saúde.

### 7.3 A PROPOSTA CURRICULAR

Quando uma instituição busca desenvolver um novo modelo instrucional, surgem muitos desafios para implantar uma nova cultura de ensino e aprendizagem (MOESBY, 2008; PAUL, 2010). Nesse sentido, há a possibilidade da implantação de currículos híbridos, que contemplam o uso da ABP conjugada com aulas tradicionais (*lectures*). Os currículos híbridos possibilitam uma mudança gradual de um modelo centrado no ensino tradicional para um modelo centrado na Aprendizagem Baseada em Problemas, ou seja, estabelecer uma nova cultura de ensino e aprendizagem em uma instituição, um departamento ou um centro educacional (CARRIÓ et al., 2011; O'NEILL; HUNG, 2010; YAN et al., 2017).

A construção de uma proposta do uso da ABP na estruturação de um currículo para a formação profissional no campo da saúde pública decorre do fato de que dados da literatura apontam para efeitos positivos dessa estratégia de ensino, quando comparado com o ensino tradicional, no desenvolvimento de competências e de habilidades profissionais (incluindo a capacidade na resolução de problemas e de aprender a aprender), sem que ocorra prejuízo aos estudantes na aquisição de conceitos das ciências básicas da saúde como biologia, anatomia, fisiologia e bioquímica (DOCHY et al., 2003; KOH et al., 2008).

Apresentamos então a ideia de construir a estrutura de um currículo para a formação de Técnicos em Laboratórios de Saúde Pública tendo como alicerce a Aprendizagem Baseada em Problemas. Nesse contexto, a estrutura desse currículo se organiza em módulos, como sugerido para implantações curriculares da ABP (SCHMIDT et al., 2009), que consiste em uma série de situações-problema aliadas com aulas tradicionais. Esses módulos se estruturam a partir de dois eixos básicos: i) as principais tecnologias utilizadas nos laboratórios de Saúde Pública, tais como: volumetria, microscopia, espectrofotometria e cromatografia; e ii) as principais matrizes utilizadas nesses laboratórios, tais como: água, alimentos, urina, fezes e sangue.

Portanto, ao invés de um conjunto de disciplinas isoladas de um “currículo clássico”, como ocorre num curso de Análises Clínicas, a formação do profissional se organizaria com base na ABP e nas variações da complexidade das tecnologias e dos riscos na manipulação das matrizes empregadas nos laboratórios. Essa forma de organização se reporta às ideias de Jerome Bruner sobre a organização de um “Currículo em Espiral”, no qual tópicos de um determinado assunto são

apresentados aos alunos no início da sua formação e, com o passar do tempo, este é revisto de modo mais amplo, com maior grau de aprofundamento e de contextualização (BRUNER, 1976). Desta forma, o currículo é organizado de uma maneira na qual os alunos tenham a possibilidade de “visitar” os mesmos conteúdos disciplinares e técnicas laboratoriais com grau crescente de complexidade e, desse modo, adquirir conhecimentos e desenvolver competências ou habilidades para o exercício profissional dentro de um laboratório de Saúde Pública.

Para garantir a estruturação do currículo em espiral, a presente proposta se utiliza do que foi discutido por O’neill e Hung (2010) em relação componente “conexão” da estrutura 3C3R. A formulação dos problemas deve ser executada de acordo com o proposto por Hung (2006, 2009) para que as situações-problema conectem os domínios do conhecimento em uma ordem conceitual lógica, do simples/básico ao complexo/avançado, nos quais os últimos problemas apresentados em dado módulo (mais complexos) revelem essas interconexões (O’NEILL; HUNG, 2010). Essa formatação se aproxima da categoria “entrelaçada” (*interweaving*), com a abordagem de pré-requisitos, da classificação elaborada por O’neill e Hung (2010). É desejável também que, ao longo do curso, os problemas avancem em complexidade de semiestruturação, possibilitando aos alunos o desenvolvimento mais eficaz das habilidades de resolução de problemas e de estudo autodirigido (HMELO-SILVER, 2004; HUNG, 2016; O’NEILL; HUNG, 2010).

Como um exemplo dessa abordagem para a componente “conexão” da estrutura 3C3R da ABP, uma técnica como a volumetria poderia iniciar o curso enquanto a eletroforese e a reação em cadeia da polimerase, tecnologias com elevado grau de instrumentação, ficariam para o final. Poderemos ter também uma mesma tecnologia repetida várias vezes, empregando matrizes com graus diferentes de risco. No início do curso, a volumetria poderia ser usada no controle de água potável ou na determinação da acidez de alimentos como refrigerantes (ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V; LOPES, 2007) e, ao fim do curso, ocorrer a manipulação de amostras de esgoto ou de pesticidas para a realização de estudos de toxicologia humana (LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011). Na mesma lógica dessa organização temporal do curso, o cultivo de bactérias poderia iniciar com o controle de balneabilidade de uma praia e terminar com o cultivo e o antibiograma de amostras de urina de pacientes com infecção renal. Esse desenho curricular também toma por base a ideia dos "riscos das aulas práticas" como uma das estratégias de organização dos conteúdos do currículo.

Além disso, ressalta-se que a valorização do laboratório de ensino na presente proposta se dá pelo fato de que esse espaço, através das suas peculiaridades e aulas práticas ali desenvolvidas, ser comprovadamente propício para reforçar o aprendizado e complementar as atividades na ABP, possibilitando aos estudantes aplicar conhecimentos de modo integrado, realizar descobertas através de procedimentos laboratoriais e desenvolver aprendizagens significativas (AZER et al., 2013; LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011).

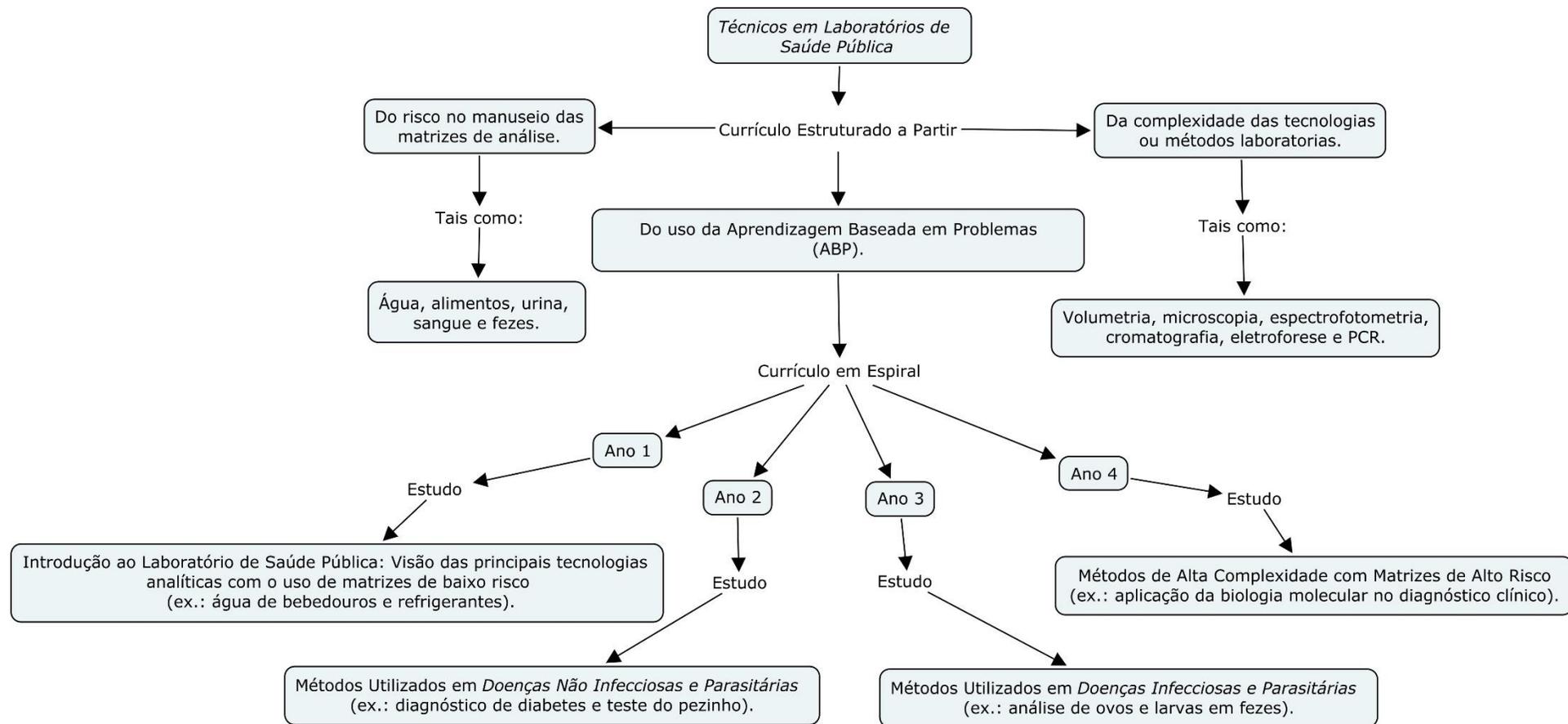
A Figura 17 mostra a proposta da estrutura curricular para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública. Inserida nesta estão os seguintes módulos:

**Módulo 1** - Introdução aos Laboratórios de Saúde Pública - Visão geral das principais tecnologias analíticas empregadas nos laboratórios usando matrizes de pouco risco, tais como alimentos perecíveis, águas públicas para banho, urina humana e tecidos de animais de laboratório.

**Módulo 2** - Métodos utilizados em doenças não infecciosas e parasitárias (não-DIP) - Principais tecnologias e matrizes utilizadas na medicina laboratorial de doenças não infecciosas, tais como: tumores benignos e malignos, doenças hereditárias de cunho fisiológico (método do "pezinho"), infarto do miocárdio e diabetes.

**Módulo 3** - Métodos utilizados em doenças infecciosas e parasitárias (DIP) - Métodos laboratoriais de apoio ao diagnóstico das principais infecções e parasitoses humanas com o emprego de tecnologias convencionais, tais como: isolamento e antibiograma de bactérias, pesquisa de ovos e larvas nas fezes, hematologia e imunologia das infecções e morfologia de fungos patogênicos.

**Módulo 4** - Métodos de alta complexidade, matrizes de alto risco e estágio - Métodos de alta complexidade baseados em instrumentos com elevado grau de tecnologia, utilizados no diagnóstico de doenças de alto risco de contágio. Esses são métodos muito empregados nas doenças virais e em algumas doenças de alta complexidade, tais como: tuberculose, hanseníase, hepatite e AIDS. Muitos métodos são baseados nas técnicas da Biologia Molecular tanto de agentes infecciosos como do homem, como a identificação de indivíduos pelo DNA utilizada na medicina forense e no reconhecimento de consanguinidade.



**Figura 17:** Estrutura organizacional do currículo para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública.

Para uma melhor compreensão e descrição de um currículo híbrido, apresenta-se a estrutura de um curso com dois anos de duração (um módulo por semestre), com três horas de aulas por dia (Tabela 12). O curso representado pode ser considerado como de educação profissional técnica de nível médio oferecido na forma subsequente, ou seja, destinados exclusivamente para quem já concluiu o ensino médio e com uma carga horária total de 1.200 horas (BRASIL, 2012).

**Tabela 12:** Exemplo para um curso de habilitação profissional com dois anos de duração e aulas noturnas para jovens e adultos.

<b>Descrição</b>	<b>Período</b>
Dias letivos por ano	200 dias
Semanas letivas por ano	40 semanas
Semanas letivas por “bimestre”	10 semanas
Carga horária diária (período noturno)	3 horas
Carga horária semanal	15 horas
Carga horária do bimestre	150 horas
Carga horária anual	600 horas
<b>Carga horária total</b>	<b>1.200 horas</b>

Se cada “bimestre”, com 10 semanas de duração, fosse aberto por um problema, com duração de uma semana de aulas práticas envolvendo sua resolução, além de mais uma semana dedicada exclusivamente à discussão dos resultados dessa prática, teríamos um total de 30 horas por bimestre dedicado a problemas, o que representa 20% da carga horária do bimestre. Mantendo essa proporção nos dois anos, o uso direto da ABP totalizaria 240 horas de carga horária. A carga horária restante de 80% (960 horas) poderia ser distribuída em outras atividades, tais como as aulas tradicionais.

Outra forma de entender essas oito semanas entre os problemas seria garantir a discussão dos resultados obtidos no problema já vivido e a preparação para o problema do bimestre seguinte. Esse “antes-durante-depois” seria o elo que garantiria a integração entre os conteúdos, evitando ou mitigando uma excessiva fragmentação curricular. Em geral, o conteúdo dos cursos profissionalizantes no campo da Saúde é dividido em disciplinas e, no caso dos cursos integrados, todo o conteúdo da formação geral propedêutica também é dividido em disciplinas como Biologia, Química, Física, Matemática, dentre outras. Com essa proposta curricular, 20% da carga horária seriam compartilhados na execução e discussão de práticas na abertura de cada bimestre e 80% da carga horária seriam compartilhados na discussão do problema vivido e na preparação para o problema seguinte.

Considerando-se um bimestre de aulas, na primeira e segunda semana das aulas se apresenta um problema ou um cenário de investigação que irá “disparar” o processo de aprendizagem dos alunos. As semanas subsequentes do bimestre são empregadas para discussão de conteúdos e avaliações. Nessas semanas podem existir aulas práticas e teóricas de conteúdos de disciplinas clássicas. Não existiria uma divisão formal em disciplinas com professores exclusivos, mas sim uma lista de conteúdos que serão discutidos por um grupo de professores. No início do novo bimestre, mais um problema de uma semana e mais uma semana de discussão. Dessa forma, os problemas serviriam como "provocadores" para a integração dos conteúdos, tanto para o conteúdo do bimestre que está “em andamento” como para o problema que irá iniciar o bimestre seguinte.

### **7.3.1 Um Exemplo de Problema**

Abaixo se apresenta um exemplo de como foi trabalhado um problema aplicado para uma turma composta por 25 estudantes de um curso de formação de Técnico em Análises Clínicas integrado ao Ensino Médio na Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV), unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Foi levado para a discussão um problema muito comum para os jovens, a presença de acnes no rosto e o tratamento realizado à base do fármaco isotretinoína (ácido 13-cis-retinóico), administrado por via sistêmica. Contudo, as reações adversas e efeitos colaterais da isotretinoína fazem com que seja necessário um acompanhamento rigoroso do estado de saúde do paciente. Portanto, devem-se realizar exames periódicos do sangue antes e durante o tratamento para se determinar enzimas hepáticas, perfil lipídico, glicemia, hemograma, plaquetas e tempo de protrombina (TP) do paciente. Além do teste de gravidez em indivíduos do sexo feminino, visto que o fármaco tem reconhecido potencial teratogênico.

Não é o objetivo, neste momento, descrever o procedimento metodológico realizado com os alunos na aplicação da ABP, que pode ser encontrado em diferentes referências da literatura (ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V.; LOPES, 2007; HMELO-SILVER, 2004; LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011; YOON et al., 2012). Porém, os trabalhos de capacitação profissional de diagnóstico laboratorial dos aprendizes foram estruturados na lógica da proposta curricular apresentada, tendo como eixos estruturantes o sangue como matriz e a microscopia, a eletroforese e a espectrofotometria como tecnologias centrais a serem utilizadas. Importante ressaltar que os conteúdos das disciplinas clássicas de um currículo de um curso de análises clínicas

foram discutidos com os alunos, assim foram abordados conhecimentos relacionados com a Bioquímica e a Toxicologia, a Hematologia, Boas Práticas Laboratoriais, Biossegurança e Técnicas de Laboratório. Além disso, o problema possibilita a discussão de conteúdo diretamente relacionado com as disciplinas do currículo obrigatório do ensino médio como, por exemplo, Biologia (estudo do sangue, da pele e aspectos da fisiologia e da homeostasia), Química (funções químicas) e Física (estudo da óptica ao se trabalhar com a microscopia).

Outro exemplo bem sucedido de aplicação da ABP foi desenvolvido para o ensino de Química Toxicológica para uma turma de 16 estudantes, também do segundo ano da Habilitação Técnica em Análises Clínicas da EPSJV da FIOCRUZ (LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN; N.G., 2011). Um dos objetivos principais foi fazer com que os estudantes apreendessem e construíssem conhecimentos sobre pesticidas. Alguns temas abordados pelos estudantes foram: (a) efeitos toxicológicos de pesticidas organofosforados sobre a saúde humana e (b) dosagem da enzima acetilcolinesterase, ferramenta bioquímica para indicar a exposição humana aos pesticidas organofosforados e carbamatos. Como conclusões desse trabalho citado, os autores defenderam que a ABP deve ser aplicada como um paradigma curricular nas modalidades de ensino profissional e não apenas em algumas disciplinas e de modo esporádico, visto que cursos estruturados a partir da ABP favorecem a construção, a apreensão e a integração de conhecimentos de diferentes disciplinas, além de conferir maior autonomia e responsabilidade aos estudantes para desenvolverem o seu próprio aprendizado.

#### **7.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente proposta curricular foi alicerçada no uso híbrido da ABP em um currículo em espiral (BRUNER, 1976), com a presença de características que garantam a estruturação dos componentes 3C3R (HUNG, 2006), particularmente desenvolvendo o componente “conexão” da estrutura. Os demais componentes seriam desenvolvidos através da utilização dos nove passos propostos por Hung (2009) para a criação de problemas.

Porém, segundo Frigotto (2005), o ensino médio articulado ao mundo do trabalho, da cultura e da ciência deve ser desenvolvido sem a visão imediatista do mercado de trabalho, através de estratégias de ensino e propostas curriculares que sejam contrárias a abordagens tecnicistas e produtivistas (FRIGOTTO, 2005). Portanto, é importante

novamente ressaltar de que não há na presente proposta de formação de Técnicos em Laboratórios de Saúde Pública a defesa na ênfase em procedimentos, técnicas ou métodos de ensino em detrimento ao acesso a sólidos conteúdos teóricos e a uma formação capaz de fornecer aos jovens estudantes as bases científicas e tecnológicas para o trabalho, assim como o preparo para o exercício da cidadania e da busca pela justiça social.

Esses são aspectos fundamentais a serem promovidos na articulação entre trabalho, educação e saúde, numa perspectiva politécnica na educação profissional em saúde. Nesse sentido é que indicamos o emprego da ABP, associada ao uso dos laboratórios de aulas práticas como uma proposta com grande potencial de aplicação na promoção de uma educação científica e humanista. Finalizando, o presente artigo não pretende esgotar um assunto tão complexo como é a estruturação dos cursos da educação profissional técnica de nível médio. Todavia, este trabalho terá alcançado êxito se vier a fomentar discussões acerca da construção, aperfeiçoamento e implantação de currículos que possam elevar a qualidade do ensino profissionalizante voltado para a Saúde Pública no Brasil.

## 8 DISCUSSÕES

A presente tese buscou trabalhar com metodologias que são pouco exploradas na pesquisa em ABP, no intuito de desenvolver uma contribuição teórica e prática no campo da aplicação e da pesquisa na Aprendizagem Baseada em Problemas. Esse objetivo, apesar de multifacetado, possui como ponto em comum ao longo da tese o enfoque na educação profissional técnica de nível médio. Isso se deu por uma razão acadêmica, devido à escassez de trabalhos nesse nível de ensino, que o primeiro estudo auxiliou a visualizar, mas também com o intuito de verificar a pertinência da utilização da ABP para os ensinos técnico e médio na região Norte do Brasil, mais especificamente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre.

A análise bibliométrica realizada no primeiro estudo possibilitou a constatação empírica da presença de uma rede de colaboração acadêmica entre pesquisadores que são ou já foram ligados à Universidade de Maastricht. O pesquisador experiente em ABP concebe a existência dessa rede apenas com uma breve revisão de literatura. Porém, sem o rigor oferecido pela bibliometria, é uma visão limitada. A análise bibliométrica permitiu a visualização da intensidade das interações e ligações interinstitucionais dessa rede, o que não é facilmente apreendido pelo senso comum.

Consideramos que muitos trabalhos produzidos por essa rede foram importantes no sentido de ampliar as fronteiras do conhecimento em relação à ABP, sendo responsáveis por um número considerável de estudos “clássicos”, mas também tratando de aspectos pouco discutidos, como o desenvolvimento do ciclo tutorial e os fatores intrínsecos que influenciam o aprendizado. É evidente que outros autores também publicaram trabalhos de relevância sobre esses aspectos, vide as referências de cada estudo da tese. Porém, chama a atenção a presença de autores da rede supracitada em diversos trabalhos que foram muito úteis para a compreensão dos enfoques aqui estudados.

Dentre tais aspectos, surgem as temáticas do segundo e terceiro estudos. No segundo estudo, um problema foi desenvolvido de acordo com um método relativamente bem debatido, proposto por Woei Hung, mas que é criticado pelo fato de existirem poucos exemplos de aplicação efetiva do método e seus efeitos no aprendizado. Em seu trabalho de 2016, o autor supracitado fala de suas dificuldades na busca por métodos eficazes de criação de problemas. Sua proposta então preenche uma lacuna importante da pesquisa

em ABP, porém acessível somente a pesquisadores, sendo relativamente inacessível para professores interessados apenas na prática da metodologia. Com a criação da situação-problema no segundo estudo, é possível afirmar que essa metodologia não é trivial. São vários os aspectos nos quais tivemos dúvidas inicialmente, chegamos até a contatar o próprio Hung para dirimir algumas dúvidas que apareceram durante a execução do estudo. Acreditamos que, com esse capítulo, pudemos deixar mais claro o modelo proposto e como criar as situações-problema com o método.

Observamos também a pertinência do método, no sentido de possibilitar a modulação da estruturação da situação-problema formulada de acordo com o alunado em questão. Essa é uma discussão que envolve a definição da ABP como método instrucional, mas que tem também um caráter altamente prático. Na discussão, por assim dizer, epistemológica da ABP, ela se define de acordo com o grau de estruturação dos problemas formulados e do estudo autodirigido requerido (BARROWS, 1986; HUNG, 2011), como já discutido na introdução e no quarto estudo. Porém, o grau de estruturação do problema pode ser modulado, de acordo com as capacidades de estudo autodirigido dos alunos, bem como de acordo com as suas experiências com a ABP. Acreditamos que essa modulação é um ponto chave para a aplicação da ABP no ensino médio e técnico, no qual os alunos (e muitas vezes os próprios professores) são inexperientes com tal metodologia.

Com o problema formulado, tínhamos então condições de verificar empiricamente seus efeitos no aprendizado. O terceiro estudo visava observar as mudanças conceituais que ocorreram nos alunos do Curso de Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC) ao longo de um ciclo tutorial sobre fisiologia da respiração e circulação. Também verificamos as impressões e aceitabilidade dos alunos em relação à ABP. Com esse estudo, almejávamos avaliar o potencial do uso da ABP no IFAC. Até onde temos conhecimento, ninguém trabalhou com essa temática nesse nível de ensino na Região Norte. O método analítico também fora relativamente distinto do que é usualmente visto na pesquisa em ABP: observamos o ciclo tutorial de forma processual, e nos valem de métodos qualitativos para a análise.

Constatamos que a aplicação do ciclo tutorial possibilitou um aprendizado que se aproxima do que almejávamos nos objetivos instrucionais e semelhante ao observado em outros estudos. No entanto, fizemos algumas proposições no intuito de possibilitar a execução de um ciclo da ABP de forma mais eficaz com estudantes inexperientes com a

metodologia. Discutimos que, talvez pela imaturidade da pesquisa em ABP na Região, é também importante a realização de futuras pesquisas com métodos usuais de comparação da ABP com o ensino tradicional.

Como um participante do estudo na qualidade de tutor, tive impressões positivas em trabalhar com a ABP pela primeira vez. Pude observar a motivação de alunos usualmente apáticos em sala de aula em participar do ciclo tutorial. Também achei extremamente interessante a dinâmica dos grupos e a mudança conceitual observada, destacando-se as hipóteses criadas como um fator motivacional. Também observei os desafios de se utilizar a metodologia, como a necessidade de preparação e do tempo necessário para se trabalhar com grupos pequenos (em uma turma grande), sendo eu o único tutor. Apesar das dificuldades, considero que os resultados do estudo são suficientes para persistir no intuito da verificação da validade da ABP como método instrucional a ser utilizado no IFAC.

Porém, acreditamos que o estudo realizado demonstrou o potencial da metodologia instrucional, ocasionando opiniões favoráveis na maioria dos alunos da turma. Com os devidos ajustes, mencionados ao final do terceiro estudo, poderíamos aplicar a ABP no IFAC de forma híbrida, na qual uma situação-problema dispararia o processo de aquisição do conhecimento no início do semestre e, com o auxílio dos demais professores do curso (da área técnica e/ou básica), retomariamos a situação-problema em outros momentos dentro da disciplina e em outras disciplinas, promovendo a integração curricular e possibilitando aos alunos a aquisição de habilidades de resolução de problemas, estudo autodirigido e de interação em grupo, formando-os de maneira mais enfática para o mundo do trabalho atual. Com o amadurecimento da utilização nesse formato, nos sentiríamos capazes de propor a criação de um curso (ou a reestruturação de algum curso já existente) no qual essa utilização da ABP esteja na forma curricular, como proposto no quarto estudo.

Retomando a análise bibliométrica do primeiro estudo, observamos a incipiência da pesquisa em ABP no Brasil, sobretudo relacionada ao ensino médio e técnico. Nenhum trabalho presente nessa amostra tratava da questão curricular com o suporte da ABP para esses níveis de ensino. O último estudo permitiu então vislumbrar de que forma poderíamos aplicar a ABP de forma curricular no ensino técnico no país. A proposta se baseou na utilização de um “currículo em espiral” com a utilização híbrida da ABP, para a formação e técnicos de laboratório de saúde pública, no qual deve-se atentar à integridade dos componentes estruturais 3C3R dos problemas criados. Tais problemas

devem, idealmente, possuir um grau crescente de semiestruturação, visando a aquisição de habilidades de estudo autogeridas e de resolução de problemas. Essa proposta possibilitaria a formação de técnicos com uma visão mais holística, característica importante para um profissional que deve ser capaz de lidar com diversas situações inerentes à saúde, que envolvem o ambiente e a saúde humana. Nos sentimos impelidos a dizer que essa proposta pode ser útil não só para o curso apresentado, mas que pode servir de modelo estrutural para propostas de cursos em diversas áreas do conhecimento.

Esperamos que os resultados, discussões e propostas feitas ao longo dessa tese tenham contribuído para o debate acadêmico nas áreas enfocadas, possibilitando o avanço da metodologia no sentido de efetivamente proporcionar um aprendizado conceitual aliado ao desenvolvimento das habilidades de estudo autogerido, solução de problemas e pensamento crítico. Consideramos, enfim, termos desenvolvido uma contribuição de caráter teórico e prático visando instrumentalizar a verificação da utilização da ABP no ensino médio e técnico. Apesar de multifacetada, essa contribuição teve como norteador a discussão para os níveis de ensino supracitados, possibilitando gerar novas frentes de debate referentes à pertinência do uso da ABP fora do ensino superior e em contextos culturais diferentes dos centros onde a metodologia foi desenvolvida e vem sendo mais empregada.

## 9 CONCLUSÕES

Tendo em vista que a tese procurou desenvolver uma contribuição teórica e prática no campo da aplicação e da pesquisa na Aprendizagem Baseada em Problemas, visando gerar dados de seu potencial na educação profissional técnica de nível médio, podemos concluir que:

1. A ABP é metodologia instrucional que se tornou um campo crescente de estudo, cuja disseminação e amadurecimento de seu uso implicaram em novas frentes de pesquisas;
2. A pesquisa em ABP no ensino médio e técnico ainda é altamente incipiente, em comparação aos cursos superiores da área da saúde;
3. O uso da ABP é relativamente mais amadurecido no ensino médio do que no ensino técnico;
4. O desenvolvimento de situações-problema de acordo com a estruturação 3C3R é uma tarefa relativamente complexa, mas útil, especialmente em se tratando modulação da estruturação do problema;
5. Os alunos do Curso de Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio, ofertado no *campus* Rio Branco do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, que estudaram através da ABP obtiveram mudanças conceituais que se alinharam com os objetivos instrucionais propostos e, de modo geral, relataram impressões positivas em se trabalhar com a metodologia. Tais resultados são motivadores para persistir na verificação da utilização da ABP na instituição;
6. A criação de currículos híbridos em ABP para o ensino técnico em saúde é uma possibilidade viável, que potencialmente tem a capacidade de aliar a aquisição gradual de conhecimentos em conjunto com habilidades de estudo autodirigidos e de resolução de problemas, tão necessária no mundo do trabalho atual.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARNIO, M. et al. Dealing with conflicts on knowledge in tutorial groups. **Advances in Health Sciences Education**, v. 18, n. 2, p. 215–230, 2013.

ABRAMI, P. C. et al. Strategies for Teaching Students to Think Critically: A Meta-Analysis. **Review of Educational Research**, p. 1–40, 2014.

AL-ERAKY, M. The cultural flavours of problem-based learning. **Medical Education**, v. 47, n. 10, p. 1049–1049, 2013.

ALBANESE, M.; MITCHELL, S. Problem-based Learning: A Review of Literature on its Outcomes and Implementation Issues. **Academic Medicine**, v. 68, n. 1, p. 52–81, 1993.

ALVES, N. G.; LOPES, R. M.; SILVA-FILHO, M. V. Laboratório: Espaço e Ações na Formação Politécnica do Trabalhador em Saúde. In: **Estudos de Politécnica e Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2009.

ALVES, N. G.; SILVA-FILHO, M. V.; LOPES, R. M. Interdisciplinaridade no ensino técnico: um caminho possível. In: **Estudos de Politécnica e Saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2007.

ANDRADE, M. A. B. S. DE; CAMPOS, L. M. L. A Aprendizagem Baseada Em Problemas No Ensino Médio: O Professor Como Tutor. **Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007

AZER, S. A et al. Twelve tips for constructing problem-based learning cases. **Medical teacher**, v. 34, n. 5, p. 361–7, 2012.

AZER, S. A et al. Introducing integrated laboratory classes in a PBL curriculum: impact on student's learning and satisfaction. **BMC medical education**, v. 13, n. 1, p. 71, 2013.

AZER, S. A. Top-Cited Articles in Problem-Based Learning: A Bibliometric Analysis and Quality of Evidence Assessment. **Journal of Dental Education**, v. 81, n. 4, p. 458–478, 2017.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. DE. Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, v. 39, n. 2, p. 48–67, 2013.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 70. ed. São Paulo: Grupo Almedina, 2011.

BARRETT, T. The problem-based learning process as finding and being in flow. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 47, n. 2, p. 165–174, 2010.

BARROS, K.; BATISTA, C. Formação dos Profissionais de Saúde para o SUS: significado e cuidado Education of Health Professionals for the SUS: meaning and. **Saúde e Sociedade**, v. 20, n. 4, p. 884–899, 2011.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, n. 6, p. 481–486, 1986.

BARROWS, H. S. Foreword. In: EVENSEN, D. H.; HMELO-SILVER, C. E. (Eds.). . **Problem-Based Learning A Research Perspective on Learning Interactions**. New York: Routledge, 2000.

BATISTA, N. et al. Problem-solving approach in the training of healthcare professionals. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n. 2, p. 231–237, 2005.

BECHTEL, W.; ABRAHAMSEN, A.; GRAHAM, G. Cognitive Science: History. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, p. 2154–2158, 2001.

BENSMAN, S. J. Anne-Wil Harzing: The publish or perish book: Your guide to effective and responsible citation analysis. **Scientometrics**, v. 88, n. 1, p. 339–342, 2011.

BORNER, K.; CHEN, C. M.; BOYACK, K. W. Visualizing knowledge domains. **Annual Review Of Information Science And Technology**, v. 37, p. 179–255, 2003.

BOYACK, K. W.; KLAVANS, R.; BÖRNER, K. Mapping the backbone of science. **Scientometrics**, v. 64, n. 3, p. 351–374, 2005.

BRASIL. **PORTARIA Nº 70 , DE 23 DE DEZEMBRO DE 2004**. Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio**. Ministério da Educação, 2012.

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

BURRIS, S.; GARTON, B. L. Effect of Instructional Strategy on Critical Thinking and Content Knowledge: using Problem-Based Learning in the Secondary Classroom. **Journal of Agricultural Education**, v. 48, n. 1, p. 106–116, 2007.

CARRIÓ, M. et al. The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 4, p. 37–41, 2011.

CAVALCANTE, A. N. **Análise da produção bibliográfica sobre problem-based learning (PBL) em quatro periódicos selecionados**. Dissertação (Mestrado). Mestrado Acadêmico em Saúde da Família - Universidade Federal do Ceará, 2016.

CEZAR, P. H. N. et al. Paradigm Shifts in Medical Education: a Constructivist View of Problem-Based Learning. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 34, n. 2, p. 298–

303, 2010.

CHIRIAC, E. H. A scheme for understanding group processes in problem-based learning. **Higher Education**, v. 55, n. 5, p. 505–518, 2008.

CHNG, E.; YEW, E. H. J.; SCHMIDT, H. G. To what extent do tutor-related behaviours influence student learning in PBL? **Advances in health sciences education : theory and practice**, v. 20, n. 1, p. 5–21, 2015.

COLLIVER, J. A. Effectiveness of Problem-based Learning Curricula: Research and Theory. **Academic Medicine-Philadelphia**, v. 75, n. 3, p. 259–266, 2000.

CORNELIUS-WHITE, J. Relationships Are Effective : A Meta-Analysis. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 1, p. 113–143, 2007.

COSTA, J. R. B. et al. Active teaching-learning methodologies: medical students' views of problem-based learning. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 1, p. 13–19, 2011.

COUTO, L. B. et al. Brazilian medical students' perceptions of expert versus non-expert facilitators in a (non) problem-based learning environment. **Medical Education Online**, v. 20, n. 1, p. 1–5, 2015.

CRISP, G.; TAGGART, A.; NORA, A. Undergraduate Latina/o Students: A Systematic Review of Research Identifying Factors Contributing to Academic Success Outcomes. **Review of Educational Research**, v. 85, n. 2, p. 249–274, 2015.

DE GRAVE, W. S.; BOSHUIZEN, H. P. A.; SCHMIDT, H. G. Problem based learning: Cognitive and metacognitive processes during problem analysis. **Instructional Science**, v. 24, n. 5, p. 321–341, 1996.

DE WITTE, K. et al. A critical review of the literature on school dropout. **Educational Research Review**, v. 10, p. 13–28, 2013.

DEWEY, J. **The child and the curriculum**. Chicago: University of Chicago Press, 1902.

DOCHY, F. et al. Effects of problem-based learning: A meta-analysis. **Learning and Instruction**, v. 13, n. 5, p. 533–568, 2003.

DOLMANS, D.; GIJBELS, D. Research on problem-based learning: Future challenges. **Medical Education**, v. 47, n. 2, p. 214–218, 2013.

DOLMANS, D. H. J. M. et al. Problem effectiveness in a course using problem-based learning. **Academic Medicine**, v. 68, n. 3, p. 207–213, 1993.

DOLMANS, D. H. J. M. et al. Seven Principles of Effective Case Design for a Problem - Based Curriculum. **Medical teacher**, v. 19, n. 3, p. 185–189, 1997.

DOLMANS, D.; SCHMIDT, H. The Problem-based Learning process. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 13–20.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. DE C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Minerva – Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 23–30, 2009.

EVENSEN, D. H.; HMELO, C. **Problem-based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions**. New York: Routledge, 2000.

FEINSTEIN, N. W. et al. Outside the Pipeline: Reimagining Science Education for Nonscientists. **Science**, v. 340, n. 6130, p. 314–317, 2013.

FILHO, S. et al. Como Preparar os Professores Brasileiros da Educação Básica para a Aprendizagem Baseada em Problemas? **Anais do Congresso Internacional PBL 2010**, São Paulo: 2010

FRAMBACH, J. M. et al. Rethinking the globalisation of problem-based learning: How culture challenges self-directed learning. **Medical Education**, v. 46, n. 8, p. 738–747, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

FRIGOTTO, G. Concepções e mudanças no mundo do trabalho e o Ensino Médio. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (Eds.). **Ensino Médio Integrado: concepções e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

GAGNÉ, R. M. Presidential address of division 15 learning hierarchies. **Educational Psychologist**, v. 6, n. 1, p. 1–9, 1968.

GERDSRI, N. .; KONGTHON, A. .; VATANANAN, R. S. . Mapping the knowledge evolution and professional network in the field of technology roadmapping: A bibliometric analysis. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 25, n. 4, p. 403–422, 2013.

GIJBELS, D. et al. Effects of Problem-Based Learning : A Meta-Analysis From the Angle of Assessment. **Review of Educational Research**, v. 75, n. 1, p. 27–61, 2005.

GIJSELAERS, W. H.; SCHMIDT, H. G. Towards a causal model of student learning within the context of a problem-based curriculum. In: NOOMAN, Z. N.; SCHMIDT, H. G.; EZZAT, E. S. (Eds.). . **Innovation in medical education. An evaluation of its present status**. New York: Springer, 1990. p. 95–114.

GLANZEL, W.; MOED, H. F. Journal Impact Measure in Bibliometric Research: A State-of-the-art Report. **Scientometrics**, v. 53, n. 2, p. 171–193, 2002.

GOMES, A. P.; REGO, S. Transformação da Educação Médica: é possível formar um novo médico a partir de mudanças no método de ensino-aprendizagem? **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 4, p. 557–566, 2011.

GOMES, M. P. C. et al. O uso de metodologias ativas no ensino de graduação nas ciências sociais e da saúde–avaliação dos estudantes. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 1, p. 181–198, 2010.

GOMES, R. et al. Aprendizagem Baseada em Problemas na formação médica e o currículo tradicional de Medicina: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, n. 3, p. 433–440, 2009.

GUEDES, K. DE L.; ANDRADE, R. O. B. DE; NICOLINI, A. M. a Avaliação De Estudantes E Professores De Administração Sobre a Experiência Com a Aprendizagem Baseada Em Problemas. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 71, 2015.

GÜNTER, T.; ALPAT, S. K. The effects of problem-based learning (PBL) on the academic achievement of students studying “Electrochemistry”. **Chemistry Education Research and Practice**, 2017.

HAK, T.; MAGUIRE, P. Group process: the black box of studies on problem-based learning. **Academic medicine**, v. 75, p. 769–772, 2000.

HATTIE, J. A. C.; DONOGHUE, G. M. Learning strategies: a synthesis and conceptual model. **npj Science of Learning**, v. 1, n. 1, p. 16013, 2016.

HERREID, C. F. Case Studies in Science--A Novel Method of Science Education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, p. 221–229, 1994.

HILLEN, H.; SCHERPBIER, A.; WIJNEN, W. History of problem-based learning in medical education. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual’s scientific research output. **PNAS**, v. 102, n. 46, p. 16569–16572, 2005.

HMELO-SILVER, C. Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235–266, 2004.

HMELO-SILVER, C. E. Creating a Learning Space in Problem-based Learning. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 7, n. 1, p. 24–39, 2013.

HMELO-SILVER, C. E.; BARROWS, H. S. Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 1, n. 1, p. 21–39, 2006.

HOFFMAN, B.; RITCHIE, D. Using multimedia to overcome the problems with

problem based learning. **Instructional Science**, v. 25, n. 2, p. 97–115, 1997.

HSIEH, H.-F.; SHANNON, S. E. Three Approaches to Qualitative Content Analysis. **Qualitative Health Research**, v. 15, n. 9, p. 1277–1288, 2005.

HSIEH, W. H. et al. Bibliometric analysis of patent ductus arteriosus treatments. **Scientometrics**, v. 60, n. 2, p. 105–115, 2004.

HUNG, W. The 3C3R Model: A Conceptual Framework for Designing Problems in PBL. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, p. 55–77, 2006.

HUNG, W. The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. **Educational Research Review**, v. 4, n. 2, p. 118–141, 2009.

HUNG, W. Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. **Educational Technology Research and Development**, v. 59, n. 4, p. 529–552, 2011.

HUNG, W. All PBL Starts Here: The Problem. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, n. 2, 2016.

IMAFUKU, R.; BRIDGES, S. Guest Editors' Introduction: Special Issue on Analyzing Interactions in PBL—Where to Go From Here? **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, n. 2, 2016.

J. VIRTANEN, ELISE A.-L. KOSUNEN, D, P. What happens in PBL tutorial sessions? Analysis of medical students' written accounts. **Medical Teacher**, v. 21, n. 3, p. 270–276, 1999.

JACSO, P. Calculating the h-index and other bibliometric and scientometric indicators from Google Scholar with the Publish or Perish software. **Online Information Review**, v. 33, n. 6, p. 1189–1200, 2009.

JIN, J. Students' silence and identity in small group interactions. **Educational Studies**, v. 5698, n. May, p. 1–15, 2017.

JIN, J.; BRIDGES, S. Qualitative Research in PBL in Health Sciences Education: A Review. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 10, n. 2, 2016.

JONASSEN, D. H. Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? **Educational Technology Research and Development**, v. 39, n. 3, p. 5–14, 1991.

JONASSEN, D. H. Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. **Educational Technology Research and Development**, v. 45, n. 1, p. 65–90, 1997.

JONASSEN, D. H.; HUNG, W. All Problems are Not Equal: Implications for

Problem-Based Learning. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 2, n. 2, p. 10–13, 2008.

KASSAB, S. E. et al. Lecturing skills as predictors of tutoring skills in a problem-based medical curriculum. **Advances in medical education and practice**, v. 7, p. 1–6, 2016.

KENDLER, B. S.; GROVE, P. A. Problem-Based Learning in the Biology Curriculum. **The American Biology Teacher**, v. 66, n. 5, p. 348–354, 2004.

KLEGERIS, A.; HURREN, H. Impact of problem-based learning in a large classroom setting: student perception and problem-solving skills. **Advances in Physiology Education**, v. 35, n. 4, p. 408–415, 2011.

KOH, G. C. H. et al. The effects of problem-based learning during medical school on physician competency: A systematic review. **Cmaj**, v. 178, n. 1, p. 34–41, 2008.

LIMA, G. Z. DE; LINHARES, R. E. C. Escrever bons problemas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 32, n. 2, p. 197–201, 2008.

LIU, M.; PEDERSEN, S. the Effects of Modeling Expert Cognitive Strategies During Problem-Based Learning. **Journal of Educational Computing Research**, v. 26, n. 4, p. 353–380, 2002.

LOPES, R.M.; SILVA-FILHO, M.V.; MARSDEN, M. . A.; N.G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química. **Química Nova**, v. 34, p. 1275–1280, 2011.

LOPES, R. M. et al. Facebook in educational research: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 111, p. 1591–1621, 2017.

LOYENS, S. M. M. et al. Problem-based learning as a facilitator of conceptual change. **Learning and Instruction**, v. 38, p. 34–42, 2015.

LOYENS, S. M. M.; MAGDA, J.; RIKERS, R. M. J. P. Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning. **Educational Psychology Review**, v. 20, n. 4, p. 411–427, 2008.

LUCIEER, S. M. et al. The development of self-regulated learning during the pre-clinical stage of medical school: a comparison between a lecture-based and a problem-based curriculum. **Advances in Health Sciences Education**, p. 93–104, 2015.

LUTGENS, G.; VAN DEN EECKHOUT, F; TEN HAAF, J. Hybrid learning spaces: learning resources and facilities for problem-based learning. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

MALHEIRO, J. M. DA S.; 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**, n. 1987, p. 1–10, 2007.

MAMEDE, S.; SCHMIDT, H. G.; GEOFFREY, R. Innovations in Problem-based Learning: What can we Learn from Recent Studies? **Advances in Health Sciences Education**, v. 11, p. 403–422, 2006.

MAUDSLEY, G. Do we all mean the same thing by “problem-based learning”? A review of the concepts and a formulation of the ground rules. **Academic medicine**, v. 74, n. 2, p. 178–185, 1999.

MAZUR, E. Farewell, Lecture? **Science**, v. 323, n. 5910, p. 50 LP-51, 2009.

MENEGHINI, R.; MUGNAINI, R.; PACKER, A. L. International versus national oriented Brazilian scientific journals. A scientometric analysis based on SciELO and JCR- ISI databases. **Scientometrics**, v. 69, n. 3, p. 529–538, 2006.

MENNIN, S. Small-group problem-based learning as a complex adaptive system. **Teaching and Teacher Education**, v. 23, n. 3, p. 303–313, 2007.

MESQUITA, A. R. et al. The effect of active learning methodologies on the teaching of pharmaceutical care in a Brazilian pharmacy faculty. **PLoS ONE**, v. 10, n. 5, p. 1–16, 2015.

MILLER, G. A. The cognitive revolution: A historical perspective. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 7, n. 3, p. 141–144, 2003.

MITRE, S. M. . et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: Debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. SUPPL. 2, p. 2133–2144, 2008.

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. (Eds.). **Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior**. São Paulo: Summus Editorial, 2008.

MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, A. D. Preferred reporting items for systematic reviews and meta analyses: The Prisma Statement. **PLoS Med**, v. 6, n. 7716, p. 1–15, 2009.

MOUST, J. The role of the tutor. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 47–56.

MOUST, J. H. C.; VAN BERKEL, H. J. M.; SCHMIDT, H. G. Signs of erosion: Reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University. **Higher**

**Education**, v. 50, n. 4, p. 665–683, 2005.

MULLEN, P. D.; RAMÍREZ, G. THE PROMISE AND PITFALLS OF SYSTEMATIC REVIEWS. **Annual Review of Public Health**, v. 27, n. 1, p. 81–102, 2006.

NEUFELD, V. R.; BARROWS, H. S. The “McMaster Philosophy”: an approach to medical education. **Journal of Medical Education**, v. 49, p. 1040–1050, 1974.

NEVILLE, A. J. Problem-Based Learning and Medical Education Forty Years On. **Medical Principles and Practice**, v. 18, n. 1, p. 1–9, 2009.

NEVILLE, A. J.; NORMAN, G. R. PBL in the Undergraduate MD Program at McMaster University: Three Iterations in Three Decades. **Academic medicine**, v. 82, n. 4, p. 370–374, 2007.

NEWMAN, M. A pilot systematic review and meta-analysis on the effectiveness of problem-based learning. **Ltsn**, p. 1–74, 2003.

NORMAN, G. Problem-based learning makes a difference. But why? **CMAJ**, v. 178, n. 1, p. 61–62, 2008.

O’NEILL, G.; HUNG, W. Seeing the Landscape and the Forest Floor: Changes Made to Improve the Connectivity of Concepts in a Hybrid Problem-Based Learning Curriculum. **Teaching in Higher Education**, v. 15, n. 1, p. 15–27, 2010.

PALINC SAR, A. Social constructivist perspectives on teaching and learning. **Annual Reviews in Psychology**, v. 49, p. 345–375, 1998.

PASSOS, R. M. et al. Pizza and pasta help students learn metabolism. **AJP: Advances in Physiology Education**, v. 30, n. 2, p. 89–93, 2006.

PAUL, M. How to organize the transition from a traditional curriculum to a PBL curriculum. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

PICHAPPAN, P.; SARASVADY, S. The other side of the coin: The intricacies of author self-citations. **Scientometrics**, v. 54, n. 2, p. 285–290, 2002.

PIERINI, M. F. **Aprendizagem baseada em problemas e em casos investigativos: construindo e avaliando possibilidades de implementação no ensino médio**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Ensino de Biosciências e Saúde - Instituto Oswaldo Cruz, 2015.

PIERINI, M. F. et al. Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos e a Formação de Professores: O Potencial de Uma Aula Prática de Volumetria para Promover o Ensino Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 112–119, 2015.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. **Estudos de Caso no Ensino de Ciências**

**Naturais**. São Carlos: CDCC-USP, 2016.

RAMIREZ, F. O.; BOLI, J.; RAMIREZ, F. the Political Construction of Mass Schooling : European Origins and Worldwide Institutionalization. **Sociology of Education**, v. 60, n. 1, p. 2–17, 1987.

RIKERS, R. M. J. P.; DE BRUIN, A. B. H. Introduction to the special issue on innovations in problem-based learning. **Advances in Health Sciences Education**, v. 11, n. 4, p. 315–319, 2006.

ROBERTO, L.; RIBEIRO, D. C. Electrical engineering students evaluate problem-based learning (PBL). **International Journal of Electrical Engineering Education**, v. 45, n. 2, p. 152–161, 2008.

RODRIGUES, G. DA S. Análise Do Uso Da Metodologia Ativa Problem Based Learning (Pbl) Na Educação Profissional. **Outras Palavras**, v. 12, n. 2, p. 24–34, 2016.

ROTGANS, J. I. The themes, institutions, and people of medical education research 1988-2010: Content analysis of abstracts from six journals. **Advances in Health Sciences Education**, v. 17, n. 4, p. 515–527, 2012.

ROTGANS, J. I.; SCHMIDT, H. G. Situational interest and academic achievement in the active-learning classroom. **Learning and Instruction**, v. 21, n. 1, p. 58–67, 2011.

ROTGANS, J. I.; SCHMIDT, H. G. Situational interest and learning: Thirst for knowledge. **Learning and Instruction**, v. 32, p. 37–50, 2014.

ROTGANS, J. I.; SCHMIDT, H. G. Interest development: Arousing situational interest affects the growth trajectory of individual interest. **Contemporary Educational Psychology**, v. 49, p. 175–184, 2017.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2010.

SAVERY, J. R. Overview of PBL: Definitions and distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9–20, 2006.

SAYE, J. W.; BRUSH, T. Scaffolding critical reasoning about history and social issues in multimedia-supported learning environments. **Educational Technology Research and Development**, v. 50, n. 3, p. 77–96, 2002.

SCHMIDT, H. G. Problem-based learning: rationale and description. **Medical Education**, v. 17, n. 1, p. 11–16, 1983.

SCHMIDT, H. G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. **Medical Education**, v. 27, n. 5, p. 422–432, 1993.

SCHMIDT, H. G. Assumptions underlying self-directed learning may be false.

**Medical Education**, v. 34, n. 4, p. 243–245, 2000.

SCHMIDT, H. G. et al. Constructivist, Problem-Based Learning Does Work: A Meta-Analysis of Curricular Comparisons Involving a Single Medical School. **Educational Psychologist**, v. 44, n. 4, p. 227–249, 2009.

SCHMIDT, H. G.; GIJSELAERS, W. H. Causal modeling of problem-based learning. **Annals of the Annual Meeting of the American Educational Research Association**, Boston: 1990

SCHMIDT, H. G.; MOUST, J. H. C. Factors affecting small-group tutorial learning: A review of research. In: EVENSEN, D. H.; HMELO-SILVER, C. E. (Eds.). **Problem-based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions**. New York: Routledge, 2000.

SCHMIDT, H. G.; ROTGANS, J. I.; YEW, E. H. J. The process of problem-based learning: What works and why. **Medical Education**, v. 45, n. 8, p. 792–806, 2011.

SCHMIDT, H.; MOUST, J. Designing Problems. In: VAN BERKEL, H. J. M. et al. (Eds.). **Lessons from Problem-based Learning**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 31–46.

SCHNEIDER, M. C. et al. O canto das sereias: a proposta do ensino médio politécnico no Rio Grande do Sul como política pública de educação. **Interfaces da Educação**, v. 5, n. 14, p. 100–118, 2014.

SERVANT-MIKLOS, V. F. C.; SPLIID, C. M. The construction of teaching roles at Aalborg university centre, 1970–1980. **History of Education**, v. 5130, n. August, p. 1–22, 2017.

SERVANT, V. F. C. **Revolutions and Re-iterations: An Intellectual History of Problem-based Learning**. Tese (Doutorado). Erasmus University, 2016.

SERVANT, V. F. C.; SCHMIDT, H. G. Revisiting “Foundations of problem-based learning: some explanatory notes”. **Medical Education**, v. 50, n. 7, p. 698–701, 2016.

SHANLEY, P. F. Leaving the “empty glass” of problem-based learning behind: new assumptions and a revised model for case study in preclinical medical education. **Academic medicine**, v. 82, n. 5, p. 479–485, 2007.

SIMONS, K. D.; KLEIN, J. D. The impact of scaffolding and student achievement levels in a problem-based learning environment. **Instructional Science**, v. 35, n. 1, p. 41–72, 2007.

SOCKALINGAM, N.; ROTGANS, J. I.; SCHMIDT, H. G. The relationships between problem characteristics, achievement-related behaviors, and academic achievement in

problem-based learning. **Advances in Health Sciences Education**, v. 16, n. 4, p. 481–490, 2011.

SOCKALINGAM, N. S. H. G.; SCHMIDT, H. G. Characteristics of Problems for Problem-Based Learning: The Students ' Perspective. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 5, n. 1, p. 3–16, 2011.

SOYSAL, Y. N. .; STRANG, D. CONSTRUCTION OF THE FIRST MASS EDUCATION SYSTEMS IN NINETEENTH-CENTURY EUROPE. **Sociology of Education**, v. 62, n. 4, p. 277–288, 1989.

SPAULDING, W. B. **Revitalizing medical education: McMaster Medical School, the early years 1965– 1974**. Philadelphia: B. C. Decker, 1991.

STEPIEN, W. J.; PYKE, S. L. Designing Problem-Based Learning Units. **Journal for the Education of the Gifted**, v. 20, n. 4, p. 380–400, 1997.

STROBEL, J.; VAN BARNEVELD, A. When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 3, n. 1, p. 44–58, 2009.

SVINICKI, M. D. Moving beyond “it worked”: The ongoing evolution of research on problem-based learning in medical education. **Educational Psychology Review**, v. 19, n. 1, p. 49–61, 2007.

TAS, Y.; SUNGUR, S. The Effect of Problem-Based Learning on Self-Regulated Learning: A Review of Literature. **Croatian Journal of Education**, v. 14, n. 3, p. 533–560, 2012.

TAWFIK, A. A.; TRUEMAN, R. J.; LORZ, M. M. Designing a PBL Environment Using the 3C3R Method. **International Journal of Designs for Learning**, v. 4, n. 1, p. 11–24, 2013.

TAYLOR, D.; MIFLIN, B. Problem-based learning: Where are we now? **Medical Teacher**, v. 30, n. 8, p. 742–763, 2008.

TINTO, V.; VINCENT, E. Classrooms as Communities. **The Journal of Higher Education**, v. 68, n. 6, p. 599–623, 1997.

TORP, L.; SAGE, S. **Problems as possibilities: problem-based learning for K-16 education**. Alexandria: ACSD, 2002.

TORRE, D. M.; VAN DER VLEUTEN, C.; DOLMANS, D. Theoretical perspectives and applications of group learning in PBL. **Medical Teacher**, v. 0, n. February, p. 1–7, 2015.

VAN BLANKENSTEIN, F. M. et al. Relevant prior knowledge moderates the effect

of elaboration during small group discussion on academic achievement. **Instructional Science**, v. 41, n. 4, p. 729–744, 2013.

VAN DEN BOSSCHE, P. et al. Social and Cognitive Factors Driving Teamwork in Collaborative Learning Environments. **Small Group Research**, v. 37, n. 5, p. 490–521, 2006.

VAN DER VLEUTEN, C. P. M.; DRIESSEN, E. W. What would happen to education if we take education evidence seriously? **Perspectives on Medical Education**, v. 3, n. 3, p. 222–232, 2014.

VARTANIAN, T. P.; GLEASON, P. M. Do neighborhood conditions affect high school dropout and college graduation rates? **The Journal of Socio-Economics**, v. 28, n. 1, p. 21–41, 1999.

VEKLI, G. S.; CIMER, A. Designing Computer Assisted Problem Based Learning Environment in the Subject of Endocrine System in Human Beings for High School Biology. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 47, p. 303–310, 2012.

VERNON, D. T.; BLAKE, R. L. Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. **Academic Medicine**, v. 68, n. 7, p. 550–563, 1993.

VISSCHERS-PLEIJERS, A. J. S. F. et al. Analysis of verbal interactions in tutorial groups: A process study. **Medical Education**, v. 40, n. 2, p. 129–137, 2006.

WALKER, A.; LEARY, H. A Problem Based Learning Meta Analysis: Differences Across Problem Types, Implementation Types, Disciplines, and Assessment Levels. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 3, n. 1, p. 6–28, 2009.

WEISS, D. M.; BELLAND, B. R. PBL Group Autonomy in a High School Environmental Science Class. **Technology, Knowledge and Learning**, 2017.

WIGGINS, S. et al. Ask Not Only “What Can Problem-Based Learning Do For Psychology?” But “What Can Psychology Do For Problem-Based Learning?” A Review of The Relevance of Problem-Based Learning For Psychology Teaching and Research. **Psychology Learning and Teaching**, v. 15, n. 2, p. 136–154, 2016.

WIJNIA, L. et al. Is there a role for direct instruction in problem-based learning? Comparing student-constructed versus integrated model answers. **Learning and Instruction**, v. 34, p. 22–31, 2014.

WILDER, S. Impact of problem-based learning on academic achievement in high school: a systematic review. **Educational Review**, v. 67, n. 4, p. 414–435, 2015.

WINDSCHITL, M. Framing Constructivism in Practice as the Negotiation of Dilemmas: An Analysis of the Conceptual, Pedagogical, Cultural, and Political Challenges

Facing Teachers. **Review of Educational Research**, v. 72, n. 2, p. 131–175, 2002.

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, 2011.

WLADIMIR J. ALONSO, E. F.-; JURICIC. Regional network raises profile of local journals. **Nature**, v. 415, p. 471, 2002.

WOOD, D.; BRUNER, J. S.; ROSS, G. The role of tutoring in problem solving. **Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines**, v. 17, n. 2, p. 89–100, 1976.

WOOD, D. F. Problem based learning What is problem based learning? **Bmj**, v. 326, n. February, p. 328–330, 2003.

XIAN, H.; MADHAVAN, K. Building On and Honoring Forty Years of PBL Scholarship from Howard Barrows: A Scientometric, Large-Scale Data, and Visualization-based Analysis. **Journal of Problem-based Learning**, v. 7, n. 1, p. 3–15, 2013.

XUE, H. et al. 3C3R Modified PBL Pediatric Teaching of Chinese Medical Students. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, p. e63412, 2013.

YAN, Q. et al. Learning effectiveness and satisfaction of international medical students: Introducing a Hybrid–PBL curriculum in biochemistry. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 45, n. 4, p. 336–342, 2017.

YEW, E. H. J.; CHNG, E.; SCHMIDT, H. G. Is learning in problem-based learning cumulative? **Advances in Health Sciences Education**, v. 16, n. 4, p. 449–464, 2011.

YEW, E. H. J.; GOH, K. Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. **Health Professions Education**, v. 2, n. 2, p. 1–5, 2016.

YEW, E. H. J.; SCHMIDT, H. G. What students learn in problem-based learning: A process analysis. **Instructional Science**, v. 40, n. 2, p. 371–395, 2012.

YOON, H. et al. The Efficacy of Problem-based Learning in an Analytical Laboratory Course for Pre-service Chemistry Teachers. **International Journal of Science Education**, v. 693, n. January 2015, p. 1–24, 2012.

ZANON, D. A. V.; QUEIROZ, S. ELABORAÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMAS POR ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA: IMPLICAÇÕES NA PRÁTICA EDUCATIVA. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 3780–3784, 2013.

ZHOU, J. et al. Effectiveness of problem-based learning in Chinese pharmacy education : a meta- analysis. **BMC Medical Education**, 2016.

## 11 APÊNDICES

## **Mapping Knowledge Produced On Problem-Based Learning Between 1945 and 2014: a bibliometric analysis\***

**Luis Antonio de Pinho<sup>1</sup>, Fábio Mota Batista<sup>2</sup>, Mariza Velloso Fernandez Conde<sup>2</sup>, Luiz Anastácio Alves<sup>2</sup>, Renato Matos Lopes<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Acre Federal Institute for Education, Science and Technology, Cruzeiro do Sul, Brazil

<sup>2</sup>Oswaldo Cruz Institute, Rio de Janeiro, Brazil

\*Email: [rmatoslopes@gmail.com](mailto:rmatoslopes@gmail.com)

Received 24 December 2014; accepted 10 April 2015; published 16 April 2015

Copyright © 2015 by author(s) and Scientific Research Publishing Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



---

### **Abstract**

**Problem-based learning (PBL) has been systematized for over forty years. However, there is still a lack of studies that seek to visualize the evolution of scientific literature on the subject. This paper seeks to fill this gap through the development of a bibliometric analysis, by carrying out a data search on the Web of Science™ database and subsequently transferring the acquired data for treatment to the VantagePoint® software package. The data indicated that research on PBL shows a strong progression since the end of the twentieth century, with a high volume of the most impacting studies being carried out by a group of researchers who are currently linked to or used to be connected to the University Maastricht. As a result of these studies, a geographical (from North America and Europe to Asia) and academic (from research in medical education to other biomedical and engineering areas) spread of scientific production regarding this teaching methodology have arisen.**

### **Keywords**

**Problem-Based Learning ; Data Mining; Bibliometrics.**

---

## 1. Introduction

Problem-based learning (PBL) was systematized in the Medicine course at McMaster University, in Canada, in the late 1960s (Neville & Norman, 2006). Since then, PBL represents an important change in professional health education, in which higher education institutions from different countries have begun new programs or restructured their existing courses based on PBL (Mamede, Schmidt & Norman, 2006). As an example, Brighton University, in England, maintains an Internet directory with information on courses organized as PBL throughout the world (<http://feedback.bton.ac.uk/pbl/pbldirectory/index.php>). In December 2014, the directory listed 118 courses in 103 institutions, from 35 countries, that apply PBL as a teaching strategy and curriculum-organizing structure.

In a problem-based learning experience, students encounter a problem situation. They ask: What do we know? What do we need to know? And, how can we find out? (Kain, 2003). PBL instruction is constructed on ill-structured problems. According to Savery (2006):

*“PBL is an instructional (and curricular) learner-centered approach that empowers learners to conduct research, integrate theory and practice, and apply knowledge and skill to develop a viable solution to a defined problem. Critical to the success of the approach is the selection of ill-structured problems (often interdisciplinary) and a tutor who guides the learning process and conducts a thorough debriefing at the conclusion of the learning experience”* (Savery, 2006, p.12).

In PBL, the problem becomes the vehicle for learning, and students work in small collaborative groups and learn what they need to know in order to solve a problem. The teacher acts as a facilitator to guide student learning through the learning cycle (Hmelo-Silver, 2004).

*“In this cycle, also known as the PBL tutorial process, the students are presented with a problem scenario. They formulate and analyze the problem by identifying the relevant facts from the scenario. This fact-identification step helps students represent the problem. As students understand the problem better, they generate hypotheses about possible solutions. An important part of this cycle is identifying knowledge deficiencies relative to the problem. These knowledge deficiencies*

*become what are known as the learning issues that students research during their self-directed learning (SDL). Following SDL, students apply their new knowledge and evaluate their hypotheses in light of what they have learned. At the completion of each problem, students reflect on the abstract knowledge gained. The teacher helps students learn the cognitive skills needed for problem solving and collaboration. Because students are self-directed, managing their learning goals and strategies to solve PBL's ill-structured problems (those without a single correct solution), they also acquire the skills needed for lifelong learning.” (Hmelo-Silver, 2004, p. 236-237).*

Studies reveal that there is a positive effect from PBL on student skills. Highlighted among the benefits of applying PBL are the increase in the student's ability to conduct research, integrate theory and practice, communicate, conduct group work, apply knowledge and skills to develop a viable solution to a problem and develop self-directed studies (Wood, 2003; Dochy et al., 2003; Rikers & Bruim, 2006; Mamede, Schmidt & Norman, 2006; Hung, 2009; Lopes et al., 2011).

Despite pronounced progress on the application and research regarding PBL, no bibliometric studies in the literature that examine scientific production on the subject on a broad time scale are available, with the exception of one bibliometric analysis by Xian and Madhavan (2013) regarding the contribution of Howard Barrows to PBL research. Barrows was an American physician who for over forty years has been a leading researcher and propagator on the use of PBL in medical education. In this context, the present study aims to answer some issues regarding PBL in a bibliometric context: i) observe the evolution of scientific production in this regard; ii) identify the contribution and impact of the citations of the most productive authors; iii) investigate the importance of collaborations with the most important authors for scientific production regarding the production of knowledge on PBL; and iv) identify and study the contribution of the journals that have published the most on the subject.

## **2. Methods**

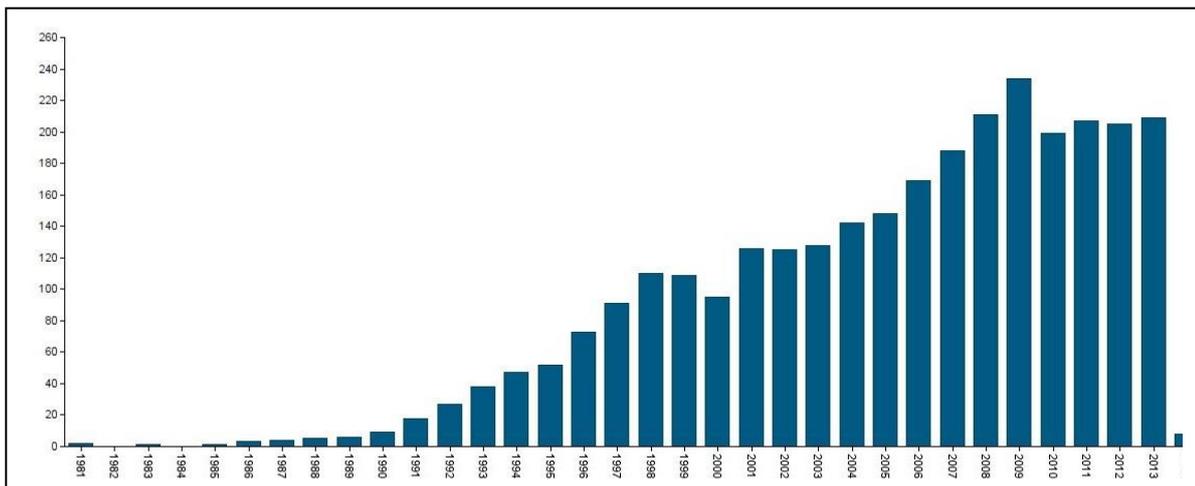
Research on PBL was conducted by a bibliometric analysis, observing the evolution of the scientific production on the subject. To this end, a database was generated with the results acquired by conducting a search on the Web of Science™ database (WoS), on

February 12, 2014. The WoS database is a research platform that catalogues multidisciplinary scientific information on books, journals and patents, providing data from 15 other large databases (for more information, visit: <http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/>). The search was conducted by selecting the option for all databases, with the following topic field terms: "problem based learning" (OR) "practice based learning" (OR) "problem based curriculum" (OR) "problem based curricula ", covering the whole time series available in the WoS database, between 1945 and 2014. The results were subsequently refined in the WoS directory itself, to return only the following document types: articles, reviews, editorials or letters. The search results were then imported into the VantagePoint<sup>®</sup> v. 8.0 program, a text-mining platform in which it is possible to acquire results regarding a certain database (for more information, visit: <https://www.thevantagepoint.com/>). When required, manual filtering of overlaid data regarding author names and institutions was conducted. Finally, a survey on the final information selected for analysis was conducted, as described below.

The following parameters were selected in the VantagePoint<sup>®</sup> program: number of publications (NP) by year; NP by type of publication; NP by country; NP by author; NP by journal and the number of times that an author or journal was cited in the acquired publications (C). The following were also observed: journal impact factors (IF - obtained from 2013 Journal Citation Reports); authors or journals according to the number of articles (P), the average number of citations per publication (CPP), proposed by Hsieh and collaborators (2004), which is achieved by dividing the total number of citations by the total number of publications (C/P), the H index, which is the value in which h author publications have at least h citations (Hirsch, 2005), and the *m*-value, which is the h value divided by the number of years since the first publication of the author in question (Hirsch, 2005). To exemplify, the CPP value gives a general idea of the impact of an author, institution, country or journal for a given area, while both the H index and the *m* value also provide this information, with emphasis, however, on the most cited productions (and possibly the productions with the most impact), with the latter also offering information regarding consistency in the production of papers of impact. When necessary, the value of the coefficient of determination ( $r^2$ ) between certain parameters, obtained with the BioEstat v. 5.3 software package, was also determined. All figures, except for Figure 3, which was generated in PowerPoint 2010 (with data obtained from the VantagePoint<sup>®</sup> program), were generated by the VantagePoint<sup>®</sup> software package.

### 3. Results and Discussion

The consultation of the WoS platform took place on February 12, 2014 and generated a total of 2,990 records. Of this total, 2,658 were articles, 161 were editorials, 95 were review articles and 76 were letters. When observing the total number of publications according to the time series applied, it can be observed that the first record in WoS dates from 1981, with a pattern of relatively steady growth during the period ( $r^2 = 0.95$ ), and that 2009 is the year with the highest number records ( $n = 234$ , Figure 1), taking into account that 2014 had incomplete data, until the beginning of February, with only eight papers published during this time.

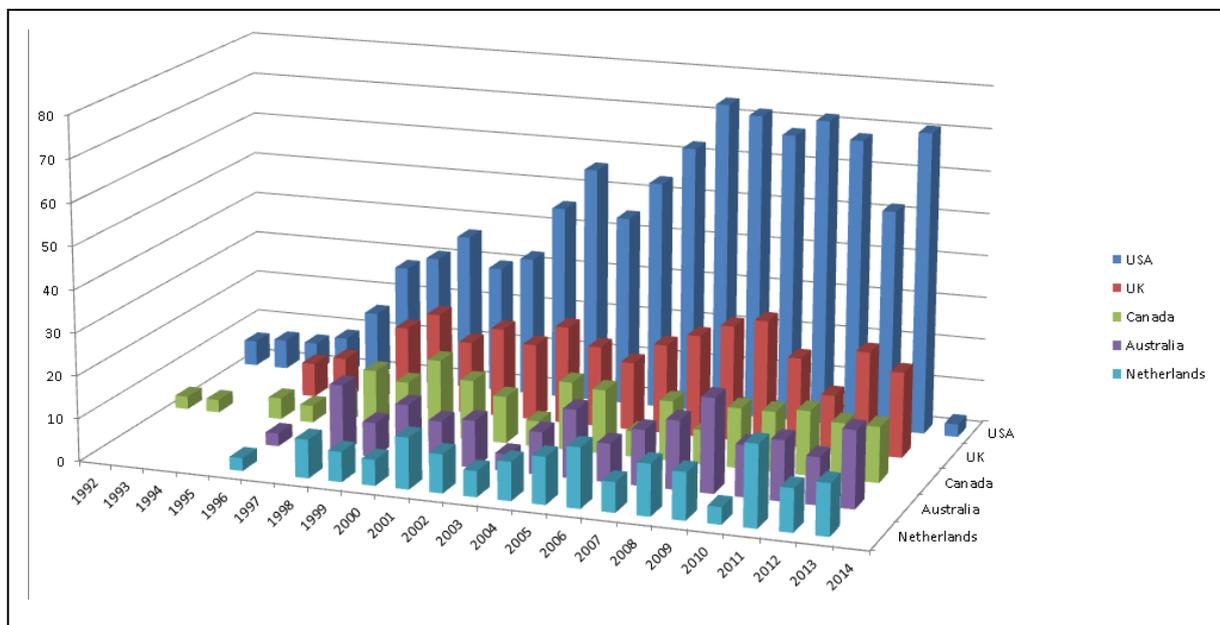


**Figure 1.** Publication time series between 1981 and 2014. 2,990 records were found for this period (32 years) during the Web of Science™ search.

Regarding the countries with the highest number of publications, the United States stands out as the country with the highest expression ( $n = 952$ ). From a total of 80 countries, the 15 countries with the highest number of publications accounted for 85.3% of the total records ( $n = 2,551$ , Table 1), in which the United States alone accounted for 31.9% of the production among the listed countries. Figure 2 shows the evolution of scientific production of the five countries that showed the highest number of records between 1992 and 2014. A consistent increase in scientific production on PBL can be observed in the United States ( $r^2 = 0.89$ ), especially from the twenty-first century onwards, with the other countries showing a relatively erratic production over time, but still higher than the production observed in the previous period, of the 1990s.

**Table 1. Countries with the highest number of publications from 1992 to 2013.**

Country	Number of Papers	
	Total	%
USA	952	31.9
UK	362	12.1
Canada	230	7.7
Australia	216	7.2
Netherlands	166	5.6
China	92	3.1
Germany	83	2.8
Turkey	76	2.5
Sweden	67	2.2
Taiwan	67	2.2
Spain	56	1.9
Singapore	51	1.7
Japan	47	1.6
South Africa	45	1.5
Brazil	38	1.3
<b>Total</b>	<b>2551</b>	<b>100</b>



**Figure 2. Evolution of the scientific production on PBL per most productive countries from 1992 to 2014.**

Table 2 lists authors who have published at least ten papers on PBL during the analyzed time period. Authors Henk G. Schmidt and Cees P. M. Van der Vleuten were the most productive, both with 56 publications. However, the former was the most cited, with 2,359 citations, and had the highest H index ( $H = 21$ ). The author who showed the highest CPP value was Cindy E. Hmelo-Silver (CPP = 64.6), while author Jerome I. Rotgans had the highest  $m$  value ( $m = 1.3$ ). The high C, H and  $m$  values of the first four authors listed in

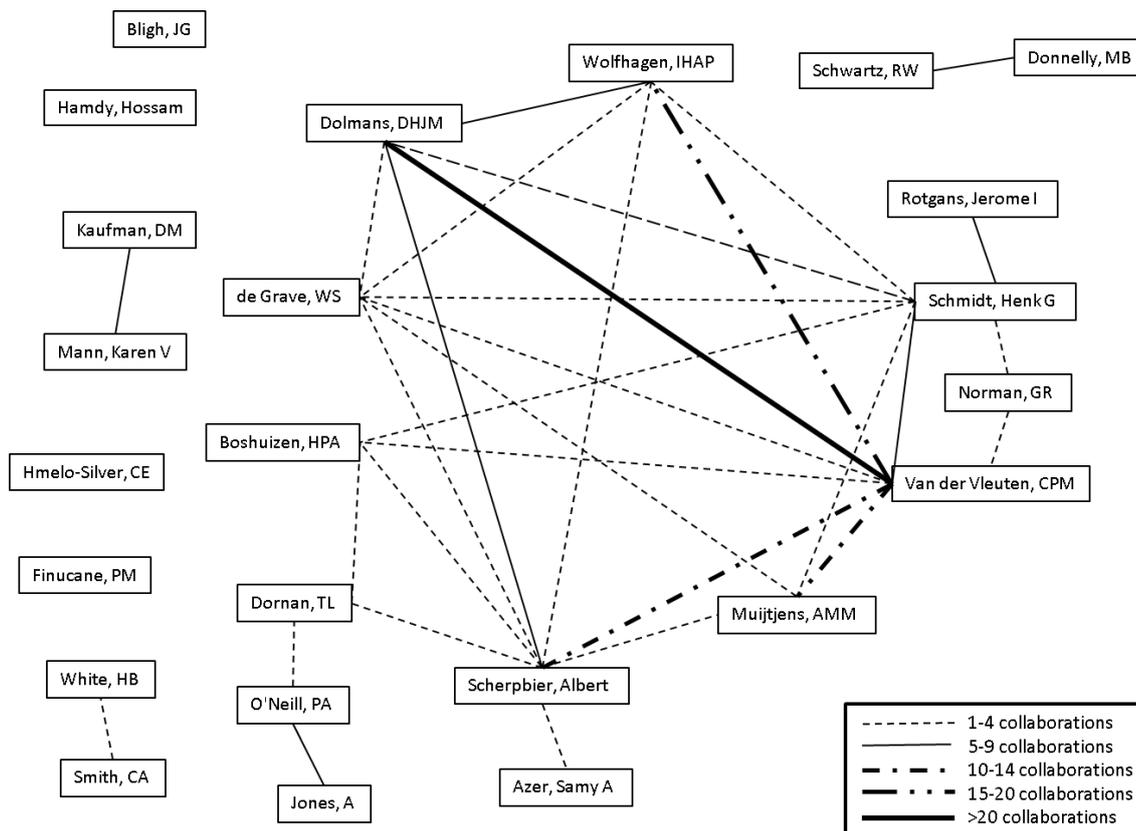
Table 2 are worth noting, since this indicates that some of their publications have significant impact, even though all authors presented intermediate CPP values. It is necessary to mention that the calculated values regarding the impact of the scientific production of the authors (i.e. CPP, H-index and *m*-value) were obtained using the database acquired by the WoS search, therefore disregarding any publication (and its scientific impact) that was not found in the search, either because they are publications that deal with subjects other than PBL, or because they did not include the terms chosen for the search.

**Table 2.** List of authors who published at least 10 papers on PBL, where P = number of publications; C = Total citations;  $C_r$  = Author rank in category C; CPP = Average Quotes/Publications;  $CPP_r$  = Author rank in category CPP;  $H_r$  = author rank in category H-index and  $m_r$  = Author rank in category *m*-value

1. Authors	2. P	3. C	4. $C_r$	5. CPP	6. $CPP_r$	7. H-index	8. $H_r$	9. <i>m</i> -value	10. $m_r$
Schmidt, H. G.	56	2359	1	42.1	3	21	1	0.7	5
Van der Vleuten, C. P. M	56	1335	2	23.8	9	20	2	1.0	2
Dolmans, D. H. J. M.	49	904	4	18.4	11	16	3	0.8	4
Scherpbier, A.	30	744	6	24.8	7	16	3	1.0	2
Azer, S. A.	25	189	15	7.6	19	7	16	0.5	11
Wolffhagen, I. H. A. P.	20	480	7	24.0	8	12	5	0.6	6
Smith, C. A.	19	54	23	2.8	23	4	22	0.2	23
Muijtjens, A. M. M.	18	189	15	10.5	17	9	11	0.6	6
Norman, G. R.	18	1155	3	64.2	2	12	5	0.5	11
O'Neill, P. A.	16	289	10	18.1	12	11	7	0.6	6
White, H. B.	16	20	24	1.3	24	3	24	0.2	23
Kaufman, D. M.	14	249	12	17.8	13	10	9	0.5	11
Dornan, T. L.	13	232	13	17.8	13	8	13	0.5	11
Boshuizen, H. P. A.	12	462	8	38.5	4	10	9	0.6	6
de Grave, W. S.	12	365	9	30.4	5	8	13	0.5	11
Hamdy, H.	12	86	19	7.2	20	6	18	0.4	17
Hmelo-Silver, C. E.	12	775	5	64.6	1	11	7	0.6	6
Schwartz, R. W.	12	86	19	7.2	20	6	18	0.3	20
Bligh, J. G.	11	167	17	15.2	15	7	16	0.4	17
Donnelly, M. B.	11	86	19	7.8	18	6	18	0.3	20
Finucane, P. M.	11	150	18	13.6	16	6	18	0.3	20
Mann, K. V	11	210	14	19.1	10	8	13	0.4	17
Jones, A.	10	277	11	27.7	6	9	11	0.5	11
Rotgans, J. I.	10	67	22	6.7	22	4	22	1.3	1

An illustrative map of the co-authorship relationships between the authors listed in Table 2 was generated with the data obtained with VantagePoint<sup>®</sup> (Figure 3). Although this figure does not illustrate all co-authorship relationships (for example, co-authors not listed in Table 2), along with the subsequent fact that even though some authors showed certain weak or nonexistent interaction networks in Figure 3 this does not necessarily mean that they did not have colleagues working on the articles, this map indicates the existence of a collaboration network among the four most productive authors and five other authors, all of

whom are either currently linked to or were at one time connected to the University of Maastricht. Authors Henk G. Schmidt and Cees P. M. van der Vleuten show the most interactions with other authors, although the latter has a more intense collaboration with other authors displayed in the network shown in Figure 3. This indicates that, when categorizing by country, despite the USA appearing as the country with the most publications on the subject, the Netherlands, was placed fifth in this regard (Table 1), and is possibly the country with the greatest impact on PBL research. This country has a relatively small group of researchers, but which has contributed both with the amount and quality of their publications, as measured by the indices relating to paper citations (Table 2, Figure 3) and answers, in great part, to the relatively constant production on PBL in this country (Figure 2).



**Figure 3.** Framework of relationships between the authors listed in Table 2.

Despite this collaborative network shown in Figure 3, other authors have also gained importance in the context of PBL research. Cindy E. Hmelo-Silver, for example, does not have papers in collaboration with these researchers, but has been gaining attention regarding debates on the subject. Although she has published relatively few papers, these have high citation values, making her the first in rank regarding the CPP. She also has as well a relatively high H value in relation to the universe shown in Table 2.

Thus, it can be inferred that this author already had a relatively high amount of papers and that her peers considered them important. Author Jerome I. Rotgans is also noteworthy for showing the highest  $m$  value (Table 2), indicating the great impact of his publications on the academic community in a short period (his first publication dates from 2011). The author is from an institution in Singapore, Nanyang Technological University, a country that recently rose to prominence among the countries that most published on the subject (Table 1). It is also interesting to note his collaborations with Henk G. Schmidt (Figure 3). This relationship denotes the collaborative effort to implement PBL methodology in other countries, and the geographical spread of impacting scientific production in the academic community.

A strong network of academic interactions between researchers associated with the University of Maastricht, illustrated in Figure 3, points out that this is a group that works in close collaboration. However, there may be a correlation between the co-authorship of these researchers and the possible occurrence of self-citations or cross quotes, which would increase the citation indices for their papers. However, such questionings are beyond the scope of this study, and, even if this hypothesis were to be confirmed, this is a fact that generates much discussion in bibliometric studies, since their presence may indicate characteristics from a natural growth process of knowledge in the area (for example, in order to increase the validity of an argument) to a tool applied to inflate citation reports (Pichappan & Sarasvady, 2002).

Regarding the highest impact factor journals, the journals listed in Table 3 are those showing at least 25 publications. A total of 18 journals were listed, with 66.7% belonging to the health education area. Of this total, 41.7% correspond to journals concerning education in the medical field, while the second most significant area of this universe is nursing education (16.7% of the total). The other listed journal with publications on PBL was Medical Education, with 263 publications, which was also the most cited (6,248 citations), and which showed the highest H value (38) and IF among the listed journals. The journal with the highest CPP was Academic Medicine (37.5), which also had the highest  $m$  value (1.4). The progress of publications of impact in the Journal of Dental Education is worth noting, highlighted due to its 1.1  $m$  value (Table 3). Despite this journal having few publications, they have been published very recently, since 2007, with consistent citations.

**Table 3.** Figures relative to publications by journal (P = total number of publications; C = Total number of citations; CPP = Average Citations/Publications; IF = Impact Factor).

11. Journal	12. P	13. C	14. CPP	15. H-index	16. <i>m</i> -value	17. IF
Med. Educ.	263	6248	23.8	38	1.2	3.546
Med. Teach.	211	1729	8.2	20	0.7	1.824
Acad. Med.	137	5143	37.5	34	1.4	3.292
Adv. Health Sci. Educ.	91	853	9.4	19	1.1	2.061
Biochem. Mol. Biol. Educ.	74	252	3.4	9	0.6	0.702
Nurse Educ. Today	70	591	8.4	16	0.8	1.218
Int. J. Eng. Educ	68	259	3.8	7	0.4	0.290
Teach. Learn. Med.	62	536	8.6	13	0.7	0.935
Am. J. Pharm. Educ.	56	345	6.2	10	0.5	--
Adv. Physiol. Educ.	45	293	6.5	10	0.6	1.217
J. Dent. Educ.	41	198	4.8	8	1.1	0.989
Instr. Sci.	36	401	11.1	12	0.6	--
IEEE Trans. Educ.	30	279	9.3	11	0.6	0.950
J. Nurs. Educ.	26	208	8.0	9	0.6	1.133
J. Vet. Med. Educ.	26	132	5.1	7	0.3	0.65
Biochem. Educ.	25	84	3.4	6	0.3	0.702
Kaohsiung J. Med. Sci.	25	40	1.6	4	0.7	0.502

When analyzing the time series for the amount of papers published in each journal, it was observed that the journal Medical Education had a peak of publications on PBL between 1995 and 2009 (Figure 4). However, an increase in publications on the subject is also observed in Medical Teacher (from 2004 onwards) and the Journal of Dental Education (from 2007 onwards), respectively, the second ranked journal that published the most on the subject throughout the period and the journal with the highest *m* value (Table 3). The journal with the highest CPP value, Academic Medicine, published relatively consistently on the subject between 1993 and 2003 (Figure 4). The other journals shown in Figure 4 have either been steadily publishing studies on PBL over the years (eg Nurse Education Today) or have had major publication peaks on the subject followed by periods in which very little or nothing on PBL is published (eg.: Biochemical Education).



## 4. Conclusions

Based on the data from the present study, results indicate that research on PBL has steadily increased from the end of the twentieth century. Many of the most impacting studies were conducted by a group of researchers who are currently or have at one time been connected to the University Maastricht, a Netherlands institution that can be considered an important center for the propagation of the methodology. The increase in scientific productions regarding the subject has had consequences that relate to a geographic and academic widespread use and research in the area. It is also worth noting that the use of several bibliometric measurements aided in highlight characteristics regarding production by country (Figure 2), the authors of those countries (Table 2 and Figure 3) and journal publications on PBL (Table 3 and Figure 4). These results suggest the validity of this practice, since information that would have been lost if only one parameter were used was obtained. Since this is, to the best of our knowledge, the first bibliometric analysis related to this topic, this paper seeks to provide an initial basis on which future research can, for example, be applied in monitoring developments in scientific production, and the inclusion of further discussions related to bibliometric science is desirable.

## Acknowledgements

*The authors would like to thank the Brazilian funding agencies FAPERJ and CNPq for their financial support.*

## References

- Dochy, F., Segers, M., Bossche, P.V & Gijbels, D. (2003). Effects of PBL: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 5, 533-568.
- Hirsch, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 46, 16569-16572. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0507655102](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0507655102)
- Hsieh, W. H., Chiu, W. T., Lee, Y. S., & Ho, Y, S. (2004). Bibliometric analysis of Patent Ductus Arteriosus treatments. *Scientometrics*, 60, 2, 205-215. <http://dx.doi.org/10.1023/B:SCIE.0000027793.12866.58>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 3, 235-265.
- Hung, W. (2009) The 9-step problem design process for problem-based learning: application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, 4, 118-141.
- Kain, D.L. (2003). Problem-based learning for teachers, grades 6-12. *Pearson Education*: USA.
- Lopes, R. M., Filho, M. V. S., Marsden, M., & Alves, N. G. (2011). Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino da química toxicológica. *Química Nova*, 34, 7, 1275-1280.

- Mamede, S.; Schmidt, H.G.; Norman, G.R. (2006). Innovations in Problem-based Learning: What can we Learn from Recent Studies. *Advances in Health Sciences Education*, 11, 4, 403-422.
- Neville, A. J., & Norman, G. R. (2007). PBL in the undergraduate MD program at McMaster University: three iterations in three decades. *Academic Medicine*, 8, 4, 370-374.
- Pichappan, P., & Sarasvady, S. (2002). The other side of the coin: the intricacies of author self-citations. *Scientometrics*, 54, 2, 285-290. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016070029935>
- Rikers, R. M. J. P., & Bruim, A. B. H. (2006). Introduction to the special issue on innovations in problem-based learning. *Advances in Health Science Education*, 11, 4, 315-319
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1, 1, 9-20.
- Wood, D. F. (2003). ABC of learning and teaching in medicine: problem based learning. *British Medical Journal*, 326, 328-330.
- Xian, H., & Madhavan, K. (2013). Building on and Honoring Forty Years of PBL Scholarship from Howard Barrows: A Scientometric, Large-Scale Data, and Visualization-Based Analysis. *Interdisciplinary Journal os Problem-based Learning*, 7, 1, 132-156. <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1325>

## APÊNDICE B - ARTIGO PUBLICADO NO PERIÓDICO RECIIS

RECIIS – Rev Eletron de Comun Inf Inov Saúde. 2015 abr-jun; 9(2) | [www.reciis.icict.fiocruz.br] e-ISSN 1981-6278

---

### RELATOS DE EXPERIÊNCIA

#### **Aprendizagem baseada em problemas: uma proposta para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública**

Problem-based learning: a proposal for the training of students as public health laboratory technicians

Aprendizaje basado en problemas: una propuesta para la formación de técnicos en laboratorios de salud pública

Renato Matos Lopes | [renatoml@fiocruz.br](mailto:renatoml@fiocruz.br)

Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Luis Antonio de Pinho | [luis.pinho@ifac.edu.br](mailto:luis.pinho@ifac.edu.br)

Instituto Federal do Acre. Rio Branco, Acre, Brasil.

Moacelio Veranio Silva Filho | (*in memoriam*)

Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Neila Guimarães Alves | [neilaquimaraes@gmail.com](mailto:neilaquimaraes@gmail.com)

Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Luiz Anastácio Alves | [alveslaa@ioc.fiocruz.br](mailto:alveslaa@ioc.fiocruz.br)

Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

### **Resumo**

No âmbito da formação profissionalizante, as características da aprendizagem baseada em problemas (ABP) propiciam uma maior aproximação dos alunos da prática profissional. Este artigo apresenta uma proposta curricular inovadora para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública, fundamentada na ABP. A lógica da estrutura curricular apoia-se em dois eixos

estruturantes: 1) as principais tecnologias utilizadas nos laboratórios de saúde pública, tais como a microscopia, a volumetria, a espectrofotometria, a cromatografia e a eletroforese; e 2) as principais matrizes utilizadas nos laboratórios, tais como a água, os alimentos, a urina, as fezes e o sangue. Com esta proposta, busca-se fomentar discussões acerca da implantação de currículos e de estratégias de ensino que possam contribuir para melhorar o ensino profissionalizante no Brasil, assim como promover a formação de técnicos capazes de atuarem nos laboratórios que compõem o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (SISLAB).

**Palavras-chave:** Educação profissional em saúde; Educação profissionalizante; Currículo; Aprendizagem ativa; Aprendizagem baseada em problemas; Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública; Saúde pública.

### **Abstract**

In the context of vocational training, the characteristics of the problem-based learning (PBL) provide a greater proximity of the students to professional practice. This article presents an innovative curriculum proposal for the training of technicians in public health laboratories, based on PBL. The logic of the curriculum structure is based on two axes: 1) The main technologies applied at public health laboratories, such as microscopy, volumetry, spectrophotometry, chromatography and electrophoresis; and 2) The main matrices used in laboratories, such as water, food, urine, faeces and blood. With this proposal, we seek to foster discussions about the curriculum implementation and the teaching strategies that can contribute to the improvement in vocational education in Brazil, as well as promote the training of technicians capable of working in laboratories comprising the Brazilian National Public Health Laboratory (SISLAB).

**Keywords:** Health professional education; Professional education; Curriculum; Active learning; Problem-Based Learning; Brazilian National Public Health Laboratory; Public Health.

### **Resumen**

En el ámbito de la formación profesional, el aprendizaje basado en problemas (ABP) permite una mayor aproximación de los estudiantes a la práctica para habilitarse en una profesión. Este artículo presenta una propuesta curricular innovadora para la formación de técnicos en laboratorios de salud pública, basada en ABP. La lógica de la estructura curricular se sustenta en dos ejes: 1) Las principales tecnologías utilizadas en los laboratorios de salud pública tales como, microscopia, volumetría, espectrofotometría, cromatografía y electroforesis; y 2) Las principales matrizes utilizadas en los laboratorios, como agua, alimentos y fluidos biológicos en general. Con esta propuesta se busca el fomento de discusiones con respecto a la implementación de

currículos y de estratégias de enseñanza que puedan contribuir a la enseñanza profesional en Brasil al igual que promover la formación de técnicos capaces de actuar en los laboratórios que componen el Sistema Nacional de Laboratorios de Salud Pública (SISLAB).

**Palabras clave:** Educación profesional en salud; Educación profesional; Currículo; Aprendizaje activa; Aprendizaje basado en problemas; Sistema Nacional de Laboratorios de Salud Pública; Salud pública.

## INFORMAÇÕES DO ARTIGO

---

### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da proposta curricular:** RM Lopes, MV Silva-Filho e NG Alves

**Redação do manuscrito:** RM Lopes e LA de Pinho

**Revisão crítica do conteúdo intelectual:** LA Alves

**Declaração de conflito de interesses:** Não há.

**Fontes de financiamentos:** CNPq (Processo nº 407558/2012-8).

### Considerações éticas

**Nº de Registro de ensaio clínico:** Não se aplica.

**Agradecimento/Contribuições adicionais:** Ao CNPq.

O presente trabalho é dedicado ao Professor Dr. Moacelio Veranio Silva Filho.

**Histórico do artigo:** Submetido: 06.08.2014 | Aceito: 25.05.2015 | Publicado: 30.jun.2015

### Apresentação anterior:

**Licença CC BY-NC atribuição não comercial.** Com essa licença é permitido acessar, baixar (download), copiar, imprimir, compartilhar, reutilizar e distribuir os artigos, desde que para uso não comercial e com a citação da fonte, conferindo os devidos créditos de autoria e menção à Recis. Nesses casos, nenhuma permissão é necessária por parte dos autores ou dos editores.

---

## Introdução

Como princípios norteadores para a educação profissional técnica de nível médio, as Diretrizes Curriculares Nacionais<sup>1</sup> apontam para: a articulação entre Educação Básica e a Educação profissional e Tecnológica – a relação entre teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem – e a interdisciplinaridade assegurada no currículo e na prática pedagógica. Entretanto, as tradicionais e predominantes estratégias de ensino e organização linear das disciplinas na estruturação de currículos não favorecem a aplicação efetiva desses princípios norteadores. No campo da saúde pública, por exemplo, os cursos de habilitação técnica em Análises Clínicas apresentam, em geral, currículos organizados em disciplinas como a parasitologia, a microbiologia, a imunologia, a hematologia e a bioquímica. Essa organização curricular é compreensível na medida em que tais disciplinas surgem a partir de uma transposição *de temas que podem ser abordados na formação* desses profissionais, preconizados no Catálogo

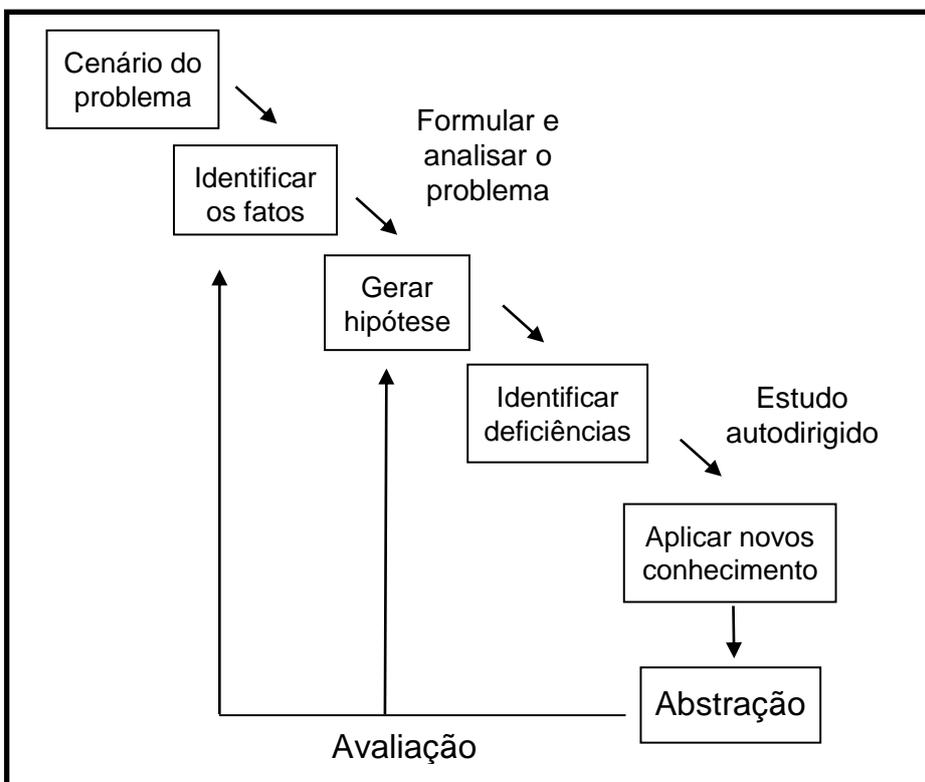
Nacional de Cursos Técnicos [http://pronatec.mec.gov.br/cnct/et\\_ambiente\\_saude\\_seguranca/t\\_analises\\_clinicas.php](http://pronatec.mec.gov.br/cnct/et_ambiente_saude_seguranca/t_analises_clinicas.php). O mesmo ocorre quando há oferta de cursos na forma integrada entre o Ensino médio e a Educação profissional técnica, ou seja, cada uma dessas modalidades de ensino desenvolve seu currículo sem articulação entre as suas disciplinas, gerando problemas como duplicações desnecessárias de conteúdos e o distanciamento entre a teoria e a prática profissional<sup>2-3</sup>.

Nesse contexto, é um desafio para a educação profissional em saúde no Brasil a substituição das metodologias ou estratégias tradicionais de ensino e aprendizagem, assim como a alteração das lógicas conservadoras de organização curricular. Com esses objetivos, é que a problematização e a aprendizagem baseada em problemas (ABP ou PBL de *Problem-Based Learning*) vêm sendo empregadas. 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<sup>3</sup>. Diversas publicações no campo da saúde pública vêm defendendo o uso e empregando a ABP na formação de profissionais de saúde mais capazes de enfrentar as mudanças e os desafios nos diferentes espaços de atuação do Sistema Único de Saúde<sup>3-6</sup>. Neste sentido, Batista e Gonçalves<sup>5</sup>, por exemplo, afirmam que determinados pressupostos da aprendizagem são nucleares na ABP: “[...] o conhecimento prévio para a mediação de novas aprendizagens; a diversificação de cenários que facilitem a construção de novos conhecimentos; o entendimento de que conhecer implica acesso e constante reconstrução das informações; a valorização da prática como estrutura para aprender; a compreensão de que a motivação para aprendizagem produz-se no cruzamento dos projetos pessoais com as condições socioeducativas” (p. 233, grifo nosso).

A ABP foi sistematizada no final da década de 1960 no curso de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá, a partir da decisão do corpo docente de introduzir uma estratégia de ensino que fosse além das aulas tradicionais ou palestras (*lectures*) e que envolvessem os alunos em uma participação mais ativa no processo de ensino e aprendizagem<sup>7</sup>. Desde então, a ABP passou a representar uma importante mudança curricular na educação em saúde em todo o mundo<sup>8</sup>. Essa informação pode ser evidenciada a partir de um diretório disponibilizado pela Universidade Brighton (localizada no Reino Unido), que mostra cursos completamente estruturados na ABP em todo o mundo <http://feedback.bton.ac.uk/pbl/pbldirectory/index.php>. Em novembro de 2014, o diretório apontava para 118 cursos, em 103 instituições de 35 países, que utilizam a ABP como estratégia de ensino e como estrutura de organização curricular no âmbito da educação médica e também na formação de outros profissionais da saúde. Portanto, a ABP figura como estrutura curricular em importantes instituições educacionais, tais como o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), a Universidade de Harvard (localizados nos Estados Unidos da América), a Universidade de Maastricht (Holanda) e a Universidade de Aalborg (Dinamarca), tanto para formar profissionais da saúde como profissionais de áreas como a engenharia, a arquitetura e o direito.

A ABP como *estratégia de ensino* é “*uma das principais protagonistas do construtivismo*”<sup>9</sup>, incorporando elementos como a construção do conhecimento a partir de atividades cooperativas e solidárias entre os estudantes, a aprendizagem autorregulada e o uso de problemas autênticos, que articulam o mundo do trabalho aos processos de ensino e aprendizagem<sup>2-7</sup>. Na ABP, os estudantes se defrontam com um problema que dispara o processo de ensino e aprendizagem, através de um ciclo estruturado de atividades, que pode ser também denominado de Processo Tutorial da ABP<sup>10-11</sup>. Em síntese, os estudantes, organizados em grupos, são apresentados a um determinado cenário que traz um problema a ser resolvido, relacionado com a realidade profissional dos alunos. Em um segundo momento, os aprendizes devem analisar e reformular a situação problema, identificando fatos relevantes do cenário apresentado. Essa etapa auxilia os estudantes na representação do problema, fazendo-os entender melhor os fatos envolvidos e gerar hipóteses para possíveis soluções. Uma parte importante dessa etapa é a identificação das deficiências de conhecimento do grupo que podem dificultar ou impedir a proposição de soluções para o problema. Essa conclusão sobre as deficiências, feita em grupo e com foco na solução do problema central identificado, gera uma etapa de estudos autodirigidos. Posteriormente, cada estudante aplica os novos conhecimentos adquiridos no momento individual de aprendizagem na busca da solução coletiva do problema. Ao final de cada ciclo, ou de cada problema, os estudantes precisam refletir sobre os conhecimentos adquiridos no processo. A Figura 1 mostra o ciclo de aprendizagem da ABP.

Como benefícios obtidos com a utilização da ABP, destacam-se o incremento na capacidade do estudante para conduzir pesquisas, integrar teoria e prática, comunicar-se, realizar trabalho em grupo, aplicar conhecimentos e habilidades para desenvolver uma solução viável para um problema, desenvolver estudos autodirigidos e autoavaliações para tomada de decisões, além de aumentarem as suas competências para o trabalho colaborativo e solidário em pequenos grupos e para desenvolverem maior comprometimento com o próprio aprendizado<sup>12-14</sup>.



**Figura 1:** O ciclo de aprendizagem na Aprendizagem Baseada em Problemas (adaptado de Hmelo-Silver<sup>11</sup>).

O presente artigo busca contribuir para que se inicie uma reflexão sobre a construção de currículos estruturados na aprendizagem baseada em problemas na formação de trabalhadores de nível técnico no campo da saúde pública. Assim, apresenta-se uma proposta curricular inovadora para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública, alicerçada no emprego da ABP, em busca da formação de técnicos de laboratórios com um caráter mais generalista, profissionais capazes de atuar em diferentes laboratórios de atuação da saúde pública, como os que compõem o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (SISLAB).

O SISLAB tem sua definição e organização descritas na Portaria GM/MS Nº 2.031 de 23 de setembro de 2004. O SISLAB é “*um conjunto de redes nacionais de laboratórios, organizadas em sub-redes por agravos ou programas, de forma hierarquizada por grau de complexidade das atividades relacionadas à vigilância em saúde – compreendendo a vigilância epidemiológica e vigilância em saúde ambiental, vigilância sanitária e assistência médica*”.<sup>15</sup>

Dessa forma, diversas atividades laboratoriais são executadas pelo SISLAB, conforme descrito nos Artigos 3º, 4º, 5º e 6º da mesma Portaria, tais como: diagnóstico de doenças de notificação compulsória; monitoramento de resistência antimicrobiana; definição da padronização de kits de diagnóstico; vigilância da qualidade da água, ar e solo; vigilância de fatores ambientais físicos, químicos e biológicos; análises de alimentos, medicamentos e saneantes; análises de

imunobiológicos e hemoderivados; análises de toxicologia humana e de produtos, materiais e equipamentos de uso para a saúde.

### **A proposta curricular**

Muitas vezes, quando uma instituição busca introduzir um novo modelo educacional, surgem muitos desafios para implantar uma nova cultura de ensino e aprendizagem. Neste caso, há possibilidade de iniciar-se com currículos híbridos, que contemplem o uso da ABP conjugada com aulas tradicionais. Os currículos híbridos possibilitam uma mudança gradual de um modelo centrado no ensino tradicional para um modelo centrado na ABP, ou seja, facilitam o estabelecimento de uma nova cultura de ensino e aprendizagem em uma instituição, um departamento ou um centro educacional<sup>16-18</sup>.

A construção de uma proposta de uso da ABP na estruturação de um currículo para a formação profissional no campo da saúde pública decorre do fato de que dados da literatura apontam para efeitos positivos dessa estratégia de ensino, quando comparado com o ensino tradicional, no desenvolvimento de competências e de habilidades profissionais (incluindo a capacidade na resolução de problemas e de aprender a aprender), sem que para os alunos ocorram prejuízos na aquisição de conceitos das ciências básicas da saúde como biologia, anatomia, fisiologia e bioquímica<sup>19-21</sup>.

Apresentamos a ideia de construir a estrutura de um currículo para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública tendo como alicerce a ABP. Nesse contexto, a estrutura do currículo se organizaria em módulos a partir de dois eixos estruturantes básicos: i) as principais tecnologias utilizadas nos laboratórios de saúde pública, tais como: volumetria, microscopia, espectrofotometria e cromatografia; ii) as principais matrizes utilizadas nesses laboratórios, tais como: água, alimentos, urina, fezes e sangue.

Portanto, ao invés de um conjunto de disciplinas isoladas em um “currículo clássico” como, por exemplo, ocorre num curso de análises clínicas, a formação do profissional se organizaria com base na ABP e nas variações da complexidade das tecnologias e dos riscos de contaminação durante a manipulação das matrizes empregadas nos laboratórios. Essa forma de organização pode ser reportada à concepção de Jerome Bruner sobre a organização de um “currículo em espiral”, no qual tópicos de um determinado assunto são apresentados aos alunos no início da sua formação e, com o passar do tempo, o mesmo é revisto de modo mais amplo, com maior grau de aprofundamento e de contextualização<sup>22</sup>. Dessa forma, o currículo organizar-se-á de uma maneira que possibilitará aos alunos “visitarem” os mesmos conteúdos disciplinares e técnicas laboratoriais com grau crescente de complexidade e, desse modo, adquirirão conhecimentos e desenvolverem competências ou habilidades para o exercício profissional em um laboratório de saúde pública.

Uma técnica como a volumetria poderia iniciar o curso enquanto a eletroforese e a reação em cadeia da polimerase, tecnologias com elevado grau de instrumentação, ficariam para o seu final. Desse modo, poderemos ter uma mesma tecnologia repetida várias vezes, empregando matrizes com graus diferentes de risco. Por exemplo, no início do curso a volumetria poderia ser usada no controle de água potável ou na determinação da acidez de alimentos como refrigerantes e, no seu final, ocorrer a manipulação de amostras de esgoto ou de pesticidas para a realização de estudos de toxicologia humana ou ecotoxicologia, ideias já aplicadas e que se mostraram eficazes no processo de aprendizagem<sup>3,14</sup>. Na mesma lógica dessa organização temporal do curso, o cultivo de bactérias poderia iniciar com o controle de balneabilidade de uma praia e terminar com o cultivo e o antibiograma de amostras de urina de pacientes com infecção renal. Esse desenho curricular também toma por base a ideia dos "riscos das aulas práticas" como uma das estratégias de organização dos conteúdos do currículo. Além disso, ressalta-se que a valorização do laboratório de ensino na presente proposta se dá pelo fato desse espaço, através das suas peculiaridades e aulas práticas ali desenvolvidas, ser comprovadamente propício para reforçar o aprendizado e complementar as atividades na ABP, possibilitando aos estudantes aplicarem conhecimentos de modo integrado, realizar descobertas através de procedimentos laboratoriais e desenvolver aprendizagens significativas<sup>14, 23-24</sup>.

A Figura 2 mostra a proposta da estrutura curricular, que inclui as seguintes tecnologias e matrizes ao longo do tempo:

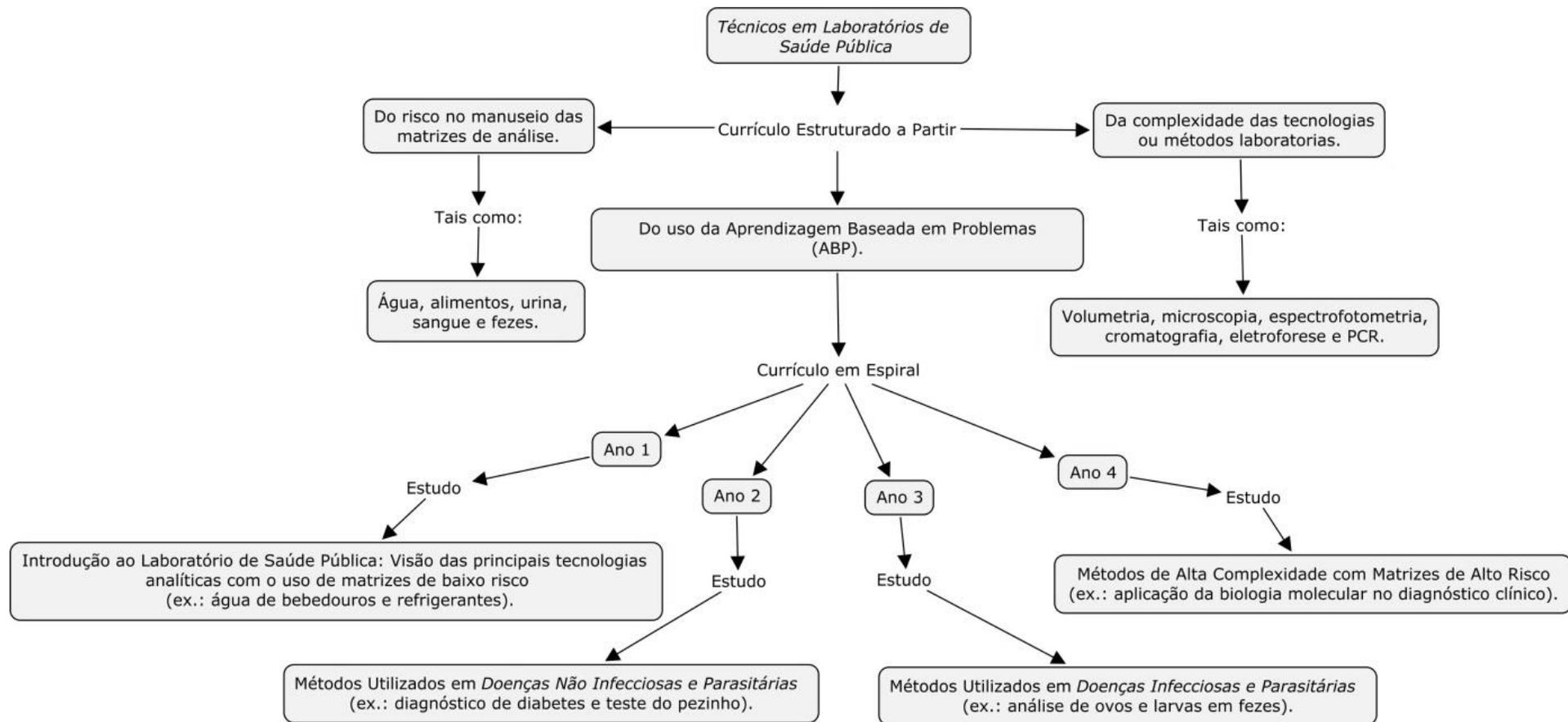
**Módulo 1** – Introdução aos laboratórios de saúde pública - visão geral das principais tecnologias analíticas empregadas nos laboratórios usando matrizes de pouco risco, tais como alimentos perecíveis, águas públicas para banho e urina humana e histologia.

**Módulo 2** – Métodos utilizados em doenças não infecciosas e parasitárias (não-DIP) - principais tecnologias e matrizes utilizadas na medicina laboratorial de doenças não infecciosas, tais como: tumores benignos e malignos, doenças hereditárias de cunho fisiológico (método do "pezinho"), infarto do miocárdio e diabetes.

**Módulo 3** – Métodos utilizados em doenças infecciosas e parasitárias (DIP) - Métodos laboratoriais de apoio ao diagnóstico das principais infecções e parasitoses humanas com o emprego de tecnologias convencionais, tais como: isolamento e antibiograma de bactérias, pesquisa de ovos e larvas nas fezes, hematologia e imunologia das infecções e morfologia de fungos patogênicos.

**Módulo 4** – Métodos de alta complexidade, matrizes de alto risco e estágio supervisionado - métodos de alta complexidade baseados em instrumentos com elevado grau de tecnologia, utilizados no diagnóstico de doenças de alto risco de contágio. Esses são métodos muito empregados nas doenças virais e em algumas doenças de alta complexidade, tais como: tuberculose, hanseníase, hepatite e AIDS. Muitos métodos são baseados nas técnicas da biologia

molecular tanto de agentes infecciosos como do homem. Identificação de indivíduos pelo DNA utilizada na medicina forense e no reconhecimento de consanguinidade.



**Figura 2:** Estrutura organizacional do currículo para a formação de técnicos em laboratórios de saúde pública, tendo como alicerces a aprendizagem baseada em problemas, o risco de manuseio das diferentes matrizes de análise e as tecnologias laboratoriais.

**Fonte:** Elaboração própria.

Para uma melhor compreensão e descrição de um currículo híbrido, apresenta-se a estrutura de um curso com dois anos de duração (um módulo por semestre), com três horas de aulas por dia (Tabela 1). O curso pode ser considerado como de educação profissional técnica de nível médio oferecido na forma subsequente, ou seja, destinados exclusivamente para quem já concluiu o Ensino médio e com uma carga horária total de 1.200 horas<sup>1</sup>.

**Tabela 1**

Exemplo para um curso de habilitação profissional com dois anos de duração e aulas noturnas para jovens e adultos

<b>Descrição</b>	<b>Período</b>
Dias letivos por ano	200 dias
Semanas letivas por ano	40 semanas
Semanas letivas por “bimestre”	10 semanas
Carga horária diária (período noturno)	3 horas
Carga horária semanal	15 horas
Carga horária do bimestre	150 horas
Carga horária anual	600 horas
Carga horária total	1.200 horas

**Fonte:** Elaboração própria.

Se cada bimestre, com 10 semanas de duração, fosse aberto por uma destinada a abordar um problema com aulas práticas envolvendo a sua resolução, seguida de outra dedicada exclusivamente à discussão dos resultados dessa prática, teríamos um total de 30 horas por bimestre dedicado a problemas, o que representa 20% da carga horária do bimestre. Mantendo essa proporção nos dois anos, o uso direto da ABP totalizaria 240 horas de carga horária. A restante, correspondente a 80% (960 horas) da carga bimestral, poderia ser distribuída em outras atividades, tais como as aulas tradicionais<sup>1</sup>. Assim, com essa proposta curricular, 20% do bimestre letivo seriam, em sua abertura, compartilhados na execução e discussão de práticas relacionadas a um determinado problema e 80% na sua discussão e na preparação para o que será abordado no próximo.

Considerando um bimestre de aulas, na primeira e na segunda semana de aulas apresenta-se um problema ou um cenário de investigação que irá “disparar” o processo de aprendizagem dos alunos. As semanas subsequentes são empregadas para discussão de conteúdos e avaliações. Nelas, podem ser ministradas aulas práticas e teóricas de conteúdos de disciplinas clássicas. Não existiria uma divisão formal por disciplinas com professores exclusivos, mas sim uma lista de conteúdos a serem discutidos com um grupo de professores. No início do novo bimestre, mais um problema durante uma semana e mais uma de discussão. Dessa forma, os problemas serviriam como "provocadores" para a integração dos conteúdos, tanto para o conteúdo do bimestre “em andamento” como para o problema que irá iniciar o bimestre seguinte.

## Exemplos de situações-problema

Apresentamos uma descrição sucinta de como foi trabalhado um problema aplicado para uma turma composta por 25 estudantes em um curso de formação de técnico em análises clínicas integrado ao Ensino médio:

*Foi levado para a discussão um problema muito comum para os jovens, ou seja, a presença de acnes no rosto e o tratamento realizado à base do fármaco Isotretinoína (ácido 13-cis-retinóico), administrado por via sistêmica. Contudo, as reações adversas e efeitos colaterais da isotretinoína fazem com que seja necessário um acompanhamento rigoroso do estado de saúde do paciente. Portanto, devem-se realizar exames periódicos do sangue antes e durante o tratamento para se determinar enzimas hepáticas, perfil lipídico, glicemia, hemograma, plaquetas e tempo de protrombina (TP) do paciente. Além do teste de gravidez em indivíduos do sexo feminino, visto que o fármaco tem potencial teratogênico.*

Não é o objetivo, neste artigo, descrever o procedimento metodológico realizado com os alunos na aplicação da ABP, que pode ser encontrado em diferentes referências da literatura<sup>3, 11, 13-14</sup>. Porém, os trabalhos de capacitação profissional de diagnóstico laboratorial dos aprendizes foram estruturados na lógica da proposta curricular apresentada, tendo como eixos estruturantes o sangue como matriz e a microscopia, a eletroforese e a espectrofotometria como tecnologias centrais a serem utilizadas. Os conteúdos das disciplinas clássicas do currículo de um curso de análises clínicas foram discutidos com os alunos, assim como foram abordados conhecimentos relacionados com a bioquímica e a toxicologia, a hematologia, boas práticas laboratoriais, biossegurança e técnicas de laboratório. Além disso, o problema possibilita a discussão de conteúdos diretamente relacionados com as disciplinas do currículo obrigatório do Ensino médio como, por exemplo, biologia (estudo do sangue, da pele e aspectos da fisiologia e da homeostasia), química (funções químicas), física (estudo da óptica ao se trabalhar com a microscopia).

Outro exemplo bem-sucedido de aplicação da ABP foi desenvolvido objetivando o ensino de química toxicológica para uma turma de 16 estudantes do segundo ano da habilitação técnica em Análises Clínicas da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV), unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)<sup>14</sup>. Um dos objetivos principais foi fazer com que os estudantes apreendessem e construíssem conhecimentos sobre pesticidas. Alguns temas abordados pelos estudantes foram: (a) efeitos toxicológicos de pesticidas organofosforados sobre a saúde humana; e (b) dosagem da enzima acetilcolinesterase, ferramenta bioquímica para indicar a exposição humana aos pesticidas organofosforados e carbamatos. Como conclusões desse trabalho, os autores defendem que a ABP deve ser aplicada como um paradigma curricular nas modalidades de ensino profissional e não apenas em algumas disciplinas e de modo esporádico, visto que cursos estruturados a partir da ABP favorecem a construção, a apreensão e a integração de

conhecimentos de diferentes disciplinas, além de conferir maior autonomia e responsabilidade aos estudantes para desenvolverem o seu próprio aprendizado<sup>14</sup>.

### **Considerações finais**

Segundo Frigoto<sup>25</sup>, o ensino médio articulado ao mundo do trabalho, da cultura e da ciência deve ser desenvolvido sem a visão imediatista do mercado de trabalho, através de estratégias de ensino e propostas curriculares que sejam contrárias a abordagens tecnicistas e produtivistas. Portanto, é importante novamente ressaltar de que não há na presente proposta de formação de técnicos em laboratórios de saúde pública a defesa de uma ênfase em procedimentos, técnicas ou métodos ensino em detrimento ao acesso a sólidos conteúdos teóricos e a uma formação capaz de fornecer aos jovens estudantes as bases científicas e tecnológicas para o trabalho, assim como prepará-los para o exercício da cidadania e da busca pela justiça social. Estes são aspectos fundamentais a serem promovidos na articulação entre trabalho, educação e saúde, numa perspectiva politécnica da educação profissional em saúde<sup>26-27</sup>. Neste sentido é que indicamos o emprego da ABP, associada ao uso dos laboratórios de aulas práticas como uma proposta com grande potencial de aplicação na promoção de uma educação científica e humanista<sup>2,3,14,28</sup>.

Finalizando, o presente artigo não pretende esgotar um assunto tão complexo como é a “Estruturação dos cursos da Educação profissional técnica de nível médio”. Todavia, este trabalho terá alcançado êxito se vier a fomentar discussões acerca da construção, aperfeiçoamento e implantação de currículos que possam elevar a qualidade do ensino profissionalizante voltado para a saúde pública no Brasil.

### **Referências**

1. Brasil. Resolução nº 2, de 30 de janeiro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais Para a Educação profissional técnica de nível médio. Brasília (DF): Ministério da Educação, 2012.
2. Alves NG, Silva-Filho MV, Lopes RM. Interdisciplinaridade no ensino técnico: um caminho possível. In: Estudos de Politécnica e Saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, 2009.
3. Alves NG, Lopes RM, Silva-Filho MV. Laboratório: Espaço e Ações na Formação Politécnica do Trabalhador em Saúde. In: Estudos de Politecnia e Saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, 2007.
4. Mitre SM, Siqueira-Batista R, Girardi-De-Mendonca JM, de Moraes-Pinto NM, Meirelles CDB, Pinto-Porto C, et al. Active teaching-learning methodologies in health education: current debates. Cienc e Saúde Coletiva. 2002; 13(21):33-44.
5. Batista KBC, Gonçalves OSJ. Formação dos Profissionais de Saúde para o SUS: significado e cuidado. Saúde e Sociedade. 2011; 20(4):884-99.

6. Batista N, Batista SH, Goldenberg P, Sonzogno O. Problem-solving approach in the training of healthcare professionals. *Rev De Saúde Pública*. 2005; 39(2):231-7.
7. Neville AJ, Norman GR. PBL in the undergraduate MD program at McMaster University: Three iterations in three decades. *Acad Med*. 2007; 82(4):370-4
8. Mamede S, Schmidt HG, Norman GR. Innovations in problem-based learning: What can we learn from recent studies? *Adv Health Sci Educ*. 2006; 11(4):403-22.
9. Rikers R, De Bruin ABH. Introduction to the special issue on innovations in problem-based learning. *Adv Health Sci Educ*. 2006; 11(4):315-9.
10. Torp L, Sage S. Problems as possibilities: problem-based learning for K-16 education. Alexandria: ACSD, 2002, 130 p.
11. Hmelo-Silver CE. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educ Psychol Rev*. 2004; 16(3):235-66.
12. Wood DF. ABC of learning and teaching in medicine - Problem based learning. *Br Med J*. 2003; 236(7384):328-30.
13. Yoon H, Woo AJ, Treagust D, Chandrasegaran AL. The Efficacy of Problem-based Learning in an Analytical Laboratory Course for Pre-service Chemistry Teachers. *Int J Sci Educ*. 2014; 36(1):79-102.
14. Lopes RM, Silva MV, Marsden M, Alves NG. Problem-Based Learning: a Teaching Toxicology Chemistry Experience. *Quim Nova*. 2001; 34(7):1275-80.
15. Brasil. Portaria GM/MS N.2031, de 23 de setembro de 2004. Dispõe sobre a organização do Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde; 2004.
16. 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*. Brasil: Summus Editorial, 2009. p. 36.
17. Carrio M, Larramona P, Banos JE, Perez J. The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning. *J Biol Educ*. 2011; 45(4):229-35.
18. LIAN JQ, He FT. Improved performance of students instructed in a hybrid PBL format. *Biochem Mol Biol Educ*. 2013; 41(1):5-10.
19. Dochy F, Segers M, Van den Bossche P, Gijbels D. Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *LearnInstr*. 2003; 13(5):533-68.
20. Koh GCH, Khoo HE, Wong ML, Koh D. The effects of problem-based learning during medical school on physician competency: a systematic review. *Can Med Assoc J*. 2008; 178(1):34-41.
21. Polyzois I, Claffey N, Mattheos N. Problem-based learning in academic health education. A systematic literature review. *Eur J Dent Educ*. 2010; 14(1):55-64.
22. Bruner JS. *O processo da educação*. São Paulo: Editora Nacional; 1976.
23. Azer SA, Hasanato R, Al-Nassar S, Somily A, AlSaadi MM. Introducing integrated laboratory classes in a PBL curriculum: impact on student's learning and satisfaction. *Bmc Med Educ*. 2013; 13(71).

24. Llorens-Molina JA. Problem Based Learning as Strategy for Methodological Change in Laboratory Work. *Quim Nova*. 2010; 33(4):994-9.
25. Frigotto G. Concepções e mudanças no mundo do trabalho e o ensino médio. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M (Orgs.). *Ensino médio Integrado: concepções e contradições*. São Paulo: Cortez Editora, 2005. p.57.
26. Rodrigues J. Educação Politécnica. In: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (Org.). *Dicionário da Educação profissional em Saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV, 2006, p.112.
27. Pereira IB, Lima, JCF. Educação profissional em Saúde. In: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (Org.). *Dicionário da Educação profissional em Saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV, 2006, p.126.
28. Coelho SLB. Pedagogia de Problemas. In: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (Org.). *Dicionário da Educação profissional em Saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV, 2006, p.189.

# APÊNDICE C - DOCUMENTO DE SUBMISSÃO AO COMITÊ DE ÉTICA

Saúde  
Ministério da Saúde

Plataforma Brasil

Público Pesquisador Alterar Meus Dados

LUIS ANTONIO DE PINHO - Pesquisador | V3.0  
Sua sessão expira em: 38min 22

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

**DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: A IMPLANTAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE BIOLOGIA NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ACRE  
 Pesquisador Responsável: LUIS ANTONIO DE PINHO  
 Área Temática:  
 Versão: 2  
 CAAE: 03356115 9 0000 5248  
 Submetido em: 29/04/2016  
 Instituição Proponente: Programa Estratégico de Apoio à Pesquisa em Saúde  
 Situação da Versão do Projeto: Aprovado  
 Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável  
 Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

Comprovante de Recepção:  PB\_COMPROVANTE\_RECEPCAO\_283127

**DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 2  
 Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações
-------------------	----------	---------	----------	-------

**LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO**

Apreciação	Pesquisador Responsável	Versão	Submissão	Modificação	Situação	Exclusiva do Centro Coord.	Ações
PO	LUIS ANTONIO DE PINHO	2	29/04/2016	10/05/2016	Aprovado	Não	   

**HISTÓRICO DE TRÂMITES**

Apreciação	Data/Hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	10/05/2016 00:37:27	Parecer liberado	2	Coordenador	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	PESQUISADOR	
PO	10/05/2016 00:26:39	Parecer do colegiado emitido	2	Coordenador	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	09/05/2016 18:31:56	Parecer do relator emitido	2	Membro do CEP	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	07/05/2016 12:23:01	Acatamento de Elaboração de Relatoria	2	Coordenador	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	30/04/2016 18:18:09	Confirmação de Indicação de Relatoria	2	Coordenador	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	29/04/2016 22:51:25	Indicação de Relatoria	2	Secretária	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	29/04/2016 22:50:51	Acatamento do PP	2	Secretária	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	29/04/2016 21:21:06	Submetido para avaliação do CEP	2	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	
PO	19/04/2016 20:56:24	Parecer liberado	1	Coordenador	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	PESQUISADOR	
PO	19/04/2016 20:55:51	Parecer do colegiado emitido	1	Coordenador	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ/IOC	

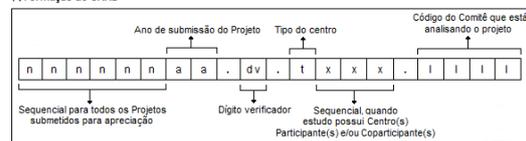
Ocorrência 1 a 10 de 18 registro(s)

**LEGENDA:**

**(\*) Apreciação**

PO = Projeto Original de Centro Coordenador	POp = Projeto Original de Centro Participante	POC = Projeto Original de Centro Coparticipante
E = Emenda de Centro Coordenador	Ep = Emenda de Centro Participante	Ec = Emenda de Centro Coparticipante
N = Notificação de Centro Coordenador	Np = Notificação de Centro Participante	

**(\*) Formação do CAAE**



[Voltar](#)

**APÊNDICE D - MODELO DE RELATÓRIO ENTREGUE AOS  
ALUNOS (VER ITEM 6.3.1)**

 <p><b>INSTITUTO FEDERAL</b> Acre</p>	<p align="center"><b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ACRE CAMPUS RIO BRANCO</b></p>	
<p align="center"><b>MODELO RELATÓRIO</b></p>		
<p><b>Curso: Técnico em Informática</b></p>		<p><b>Turma: 2015.1</b></p>
<p><b>Disciplina: Biologia</b></p>		<p><b>Ano/Semestre: 2016/2</b></p>
<p><b>Alunos:</b></p>		
<p><b>1. Hipóteses:</b></p> <p>Colocar aqui as hipóteses levantadas pelo grupo na discussão de sábado (29/10).</p>		
<p><b>2. Dados levantados:</b></p> <p>A partir das pesquisas feitas, colocar as informações que foram obtidas.</p>		
<p><b>3. Desenvolvimento da solução do problema:</b></p> <p>Montar um texto que explica o problema com base no que foi pesquisado.</p>		
<p><b>4. Conclusão:</b></p> <p>Colocar que conclusão o grupo chegou com relação ao problema (Afinal, Júlio estava certo? Por que?)</p>		
<p><b>5. Contribuição individual:</b></p> <p>Nessa seção, deve-se descrever o que as subdivisões do grupo maior pesquisaram, e de que maneira essa pesquisa contribuiu para a conclusão a que o grupo chegou. Seguir o esquema abaixo (<b>é um exemplo!</b>):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluno X, Aluno Y: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dia 28/10: pesquisa no livro XX, sobre o assunto 1 e 2.</li> </ul> </li> </ul>		

- Dia 29/10: sem atividade.
- Dia 30/10: pesquisa no site XY, sobre o assunto 1.
- Dia 31/10: com base nessas pesquisas, observamos que a hipótese feita sobre os assuntos 1 e 2 estavam corretas

# APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE IMPRESSÕES DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À ABP

## QUESTIONÁRIO

Idade \_\_\_\_\_

Sexo: (    ) Masculino (    ) Feminino

No quadro abaixo são apresentadas onze afirmativas. Para cada uma delas, assinale **uma única opção** a partir do grau da sua discordância ou concordância com cada afirmativa apresentada. Portanto, marque um “X” de acordo com as seguintes opções.

- 1) **Discordo Fortemente**
- 2) **Discordo**
- 3) **Não concordo nem discordo**
- 4) **Concordo**
- 5) **Concordo Fortemente**

Importante: A sigla **ABP** significa **Aprendizagem Baseada em Problemas**

1. Tenho muito interesse no meu curso.	1	2	3	4	5
2. Tenho interesse na disciplina de Biologia.	1	2	3	4	5
3. Gostei de participar das aulas com a utilização da ABP.	1	2	3	4	5
4. A utilização da ABP aumentou o meu interesse na disciplina de Biologia.	1	2	3	4	5
5. Estava mais motivado a estar presente nas aulas com a utilização da ABP.	1	2	3	4	5
6. A utilização da ABP aumentou a minha motivação para estudar os conteúdos da disciplina de Biologia.	1	2	3	4	5
7. A utilização da ABP melhorou o meu entendimento dos conteúdos abordados na disciplina de Biologia.	1	2	3	4	5
8. Eu compreendo os conteúdos de Biologia com aulas tradicionais da mesma forma que com o uso da ABP.	1	2	3	4	5
9. Eu me senti confortável em trabalhar em grupo durante a utilização da ABP.	1	2	3	4	5
10. A utilização da ABP também contribuiu no aprendizado de conteúdos de outras disciplinas.	1	2	3	4	5
11. Se eu pudesse escolher, eu preferiria uma disciplina que utiliza a ABP no lugar de uma disciplina que usa apenas aulas tradicionais.	1	2	3	4	5



