

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA  
DA VIDA E SAÚDE**

DANIELA BONZANINI DE LIMA

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E A CONSTRUÇÃO DE  
HABILIDADES COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM NAS  
CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Porto Alegre  
2015

**DANIELA BONZANINI DE LIMA**

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E A CONSTRUÇÃO DE  
HABILIDADES COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM NAS  
CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lauren Martins Valentim

PORTO ALEGRE  
2015

### CIP - Catalogação na Publicação

Lima, Daniela Bonzanini de

A Aprendizagem Baseada em Problemas e a construção de habilidades como ferramenta para o ensino-aprendizagem nas Ciências da Natureza / Daniela Bonzanini de Lima. -- 2015.

117 f.

Orientadora: Lauren Martins Valentim.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Aprendizagem Baseada em Problemas. 2. Construtivismo. 3. Habilidades. 4. Metodologia de ensino. 5. Ensino-aprendizagem. I. Valentim, Lauren Martins, orient. II. Título.

DANIELA BONZANINI DE LIMA

**A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E A CONSTRUÇÃO DE  
HABILIDADES COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM NAS  
CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rochele de Quadros Loguercio  
Coordenadora do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lauren Martins Valentim  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

---

Prof. Dr. Edson Luiz Lindner (Relator)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rosane Soares  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Maurivan Guntzel Ramos  
Pontifícia Universidade Católica do Rio  
Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Lauren Valentim, por todo o apoio ao longo deste trabalho.

À professora Maria de Lourdes Gomes, por ter participado deste trabalho e contribuído para as atividades realizadas.

À bolsista de Iniciação Científica, Jéssica Silveira Schroeder, pela parceria nas atividades realizadas e em eventos científicos.

A todos os professores da área de Ciências da Natureza do CAP, por serem modelos de bons professores, os quais quero sempre ter como exemplo para minha profissão docente.

Ao Colégio de Aplicação da UFRGS, por ter permitido a realização deste trabalho e pelos momentos de aprendizado que me concedeu.

Ao PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, pela oportunidade concedida e por todo o apoio na caminhada para obtenção deste título.

À CAPES/CNPQ pela concessão da bolsa de mestrado, que permitiu a dedicação necessária a este trabalho.

Aos professores Edson Lindner, Rosane Soares e Maurivan Ramos, por aceitarem o convite para fazer parte da banca examinadora deste trabalho. Tenho certeza que seus comentários, sugestões e experiências servirão como um grande aprendizado e estímulo para futuros estudos sobre o assunto.

Aos colegas que percorreram esse caminho comigo, compartilhando suas experiências e dividindo muitos momentos importantes.

À minha família, pelo amor, compreensão, paciência e apoio durante minha jornada acadêmica. Principalmente à minha mãe e ao meu pai por sempre me mostrarem a importância da educação, me darem o suporte para seguir os estudos e acreditarem nas minhas escolhas.

À minha irmã, por toda dedicação que sempre teve comigo, cuidando, ensinando e me fazendo rir nas situações difíceis.

Ao meu namorado, Wagner, por me apoiar e incentivar, sempre tendo paciência comigo nos momentos difíceis.

À minha amiga Amanda Muliterno, companheira de graduação e mestrado, e agora “comadre”, por toda a amizade e companheirismo ao longo de oito anos e por ter me dado, neste ano, o presente mais lindo.

Aos amigos que estavam sempre presentes na minha vida e compreenderam os momentos de ausência.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, seja apoiando, incentivando ou me ensinando algo.

*“Mas, ainda que fôssemos educadores até a medula dos ossos, é preciso conhecer não apenas as matérias que ensinamos, mas também a própria criança, a quem nos dirigimos, ou o adolescente: em suma, o aluno enquanto ser vivo, que reage, se transforma e se desenvolve mentalmente segundo as leis tão complexas como as de seu organismo.”*

Jean Piaget

## RESUMO

Os recursos e avanços tecnológicos proporcionam enorme disponibilidade de meios de comunicação e acesso a informações. Essas novas possibilidades caracterizam a chamada “sociedade da informação”, na qual nos encontramos atualmente. Os benefícios advindos dessas tecnologias transformam a todo instante a forma de relação com a educação. O desafio para os educadores, nesta sociedade, é conseguir transformar as informações em conhecimentos, possibilitando aos estudantes as condições necessárias para a reflexão e criticidade. Para isso, este trabalho tem como objetivo avaliar a construção de habilidades por meio da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) nas aulas de Ciências da Natureza no Ensino Médio. Essa metodologia coloca os estudantes frente a situações-problema, casos de investigação, enigmas ou atividades que fazem com que a aprendizagem se torne um desafio a ser vencido. Os resultados desta pesquisa indicaram que os estudantes perceberam o desenvolvimento de habilidades por meio da metodologia da ABP e declararam que as atividades tornaram as aulas mais atrativas e motivadoras. A percepção do desenvolvimento de habilidades alegada pelos alunos também foi confirmada na análise dos seus relatórios. Identificou-se que as categorias de habilidades analisadas estavam sendo construídas pelos estudantes e que houve, na maior parte das atividades, uma melhora gradativa nesse desenvolvimento. Essas capacidades são desenvolvidas a cada aula, por meio do estímulo à busca de conhecimento de forma autônoma, no qual o aluno constrói o seu saber ao invés de receber pronto do professor. O interesse e a motivação são percebidos nessas aulas, pois os estudantes tornam-se ativos, buscando do seu jeito a melhor forma de aprender. Percebeu-se, com essa pesquisa, que uma mudança nos métodos de ensino torna-se necessária, visto que o ensino tradicional, baseado em memorização de conteúdos, não consegue desenvolver as capacidades para a reflexão e construção de conhecimentos. Métodos de ensino baseados na teoria construtivista inserem os estudantes no cerne da aprendizagem, desenvolvendo cidadãos mais autônomos e críticos, assim como exige esta nova sociedade em que vivemos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; ensino-aprendizagem; construtivismo; habilidades.



## ABSTRACT

Resources and technological advances offer enormous availability of media and access to information. These new possibilities characterize the so-called "information society" in which we find ourselves today. The benefits of these technologies transform every moment the aspect ratio to education. The challenge for educators in this society, is to transform the information into knowledge, providing students with the necessary conditions for reflection and critical. For this, this study aims to evaluate the building skills through the methodology of Problem-Based Learning (PBL) in natural sciences classes in high school. This methodology puts students facing problem situations, case investigation, puzzles and activities that make learning becomes a challenge to be overcome. The results of this research indicated that students perceived the development of skills through the PBL and declared that activities become more attractive and motivating lessons. The perception of the alleged skill development by students was also confirmed in the analysis of their reports. It was identified that the analyzed categories of skills were being built by the students and that there was, in most activities, a gradual improvement in this development. These capabilities are developed every class, by stimulating the search for knowledge independently, where the student builds their knowledge rather than getting ready the teacher. The interest and motivation are perceived in these classes because students become active, seeking your way the best way to learn. He was noticed with this research that a change in teaching methods becomes necessary because traditional education, based on memorization of content, can not develop the capacity for reflection and construction of knowledge. Teaching methods based on constructivist theory fall students at the heart of learning, developing more autonomous and critical citizens, as well as requires this new society we live in.

**Keywords:** Problem-Based Learning; teaching and learning; constructivism; skills.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	14
2.1. Objetivo geral.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. METODOLOGIA .....	15
4. O CONSTRUTIVISMO E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: DIALOGANDO TEORIAS E CONCEITOS .....	18
4.1. Introdução .....	18
4.2. A Aprendizagem Baseada em Problemas .....	21
4.3. O construtivismo como base para a aprendizagem .....	22
4.4. O aprender a aprender na metodologia da ABP .....	23
4.5. Considerações finais.....	25
4.6. Referências.....	27
5. UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA: PERCEPÇÕES DE UM GRUPO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO.....	30
5.1. Introdução .....	31
5.2. Metodologia .....	33
5.3. Resultados e Discussão .....	34
5.3.1. Questão 2.....	35
5.3.2. Questão 3.....	35
5.3.3. Questão 4.....	36
5.3.4. Questões 5 e 6 .....	37
5.3.5. Questão 7.....	38
5.4. Considerações finais.....	39
5.5. Referências.....	41

6. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTA PARA A CONSTRUÇÃO DE HABILIDADES NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA .....	42
6.1. Introdução .....	42
6.2. Metodologia .....	45
6.3. Resultados e discussões.....	48
6.4. Relatos das observações e discussão dos resultados da análise de conteúdo .....	50
6.4.1. Atividade 1 – As bruxas de Salém .....	50
6.4.2. Atividade 2 – O que aconteceu com o meu carro?.....	53
6.4.3. Atividade 3 – Extração de DNA de morango.....	57
6.4.4. Atividade 4 – Caso “Crime e Arte” .....	59
6.4.5. Atividade 5 – Caso “Mentos Explosion” .....	62
6.4.6. Atividade 6 – Caso “Morte no Clube” .....	65
6.4.7. Atividade 7 – Discussão do filme “O Óleo de Lorenzo” .....	67
6.4.8. Atividade 8 – Avaliação “Fermentação de uvas” .....	69
6.4.9. Atividade 9 – Criação de casos de investigação.....	71
6.4.10. Atividade 10 – Caso “Minha irmã gêmea” .....	73
6.5. Comparação do desenvolvimento geral das habilidades .....	75
6.6. Considerações finais.....	78
6.7. Referências.....	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84
REFERÊNCIAS .....	88
ZABALA, A.; ARNAU, L. <i>Como aprender e ensinar competências</i> . Porto Alegre: Artmed, 2010....	91
APÊNDICES .....	92
ANEXOS.....	96

## 1. INTRODUÇÃO

O estímulo do raciocínio lógico e da curiosidade, por meio do ensino de Ciências, ajuda a formar cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. A falta de interesse e desmotivação dos estudantes têm se mostrado um fator problemático para os professores que atuam em escolas de Ensino Básico. A grande preocupação atualmente é: como conseguir manter os estudantes dentro da escola, visto que ela deixou de ser um atrativo e seus conhecimentos não são mais exclusivos? Os jovens sabem que na internet podem adquirir as informações que são trabalhadas na escola, então por que precisariam ir até lá para obter essas informações? Há muito tempo nos é mostrado como o ensino tradicional, baseado na transmissão de conteúdos, tornou a escola um local cansativo para esses estudantes. Nesse sentido, muito se tem debatido sobre novas formas de ensinar, novos métodos de aprendizagem que fizessem com que esses alunos interagissem com seus objetos de aprendizagem. Para que isso aconteça dentro das salas de aula, é necessário que o professor se veja como um pesquisador, pois, como Marques (2007, p. 59) defende: “O professor precisa ser um pesquisador do pensamento do seu aluno. Precisa descobrir o que seu aluno pensa e como pensa. Precisa descobrir quais os caminhos que levam a uma construção: da inexistência de uma capacidade para uma capacidade ativa e efetiva”.

Dessa forma, o professor conseguiria encontrar novas maneiras de ensinar conforme o desenvolvimento de seus alunos. Ele compreenderia que precisamos levar os estudantes a pensar e que só por meio de metodologias de ensino-aprendizagem que visem desenvolver as capacidades dos jovens antes dos conteúdos é que conseguiremos alcançar esse patamar educativo.

A teoria construtivista desenvolvida por Jean Piaget defende que as estruturas mentais das crianças devem ser formadas a partir da interação que elas fazem com o meio em que vivem, com os objetos que manipulam, pois, dessa forma, construirão as relações necessárias para assimilar o conhecimento. Segundo Becker (2012, p. 33):

Piaget situa a aprendizagem humana no prolongamento do processo de desenvolvimento. Define desenvolvimento como a construção de estruturas de assimilação, ou seja, desenvolver-se é construir estrutura de assimilação. A aprendizagem depende em tudo do processo de desenvolvimento. Se no plano de desenvolvimento não forem construídas estruturas capazes de assimilações de conteúdos, progressivamente complexos, a aprendizagem estagna; não consegue avançar. Aprende-se porque se age e não porque se ensina, por mais que o ensino possa colaborar com essa atividade.

Assim, entendemos que o ensino necessita de metodologias de ensino-aprendizagem que busquem desenvolver a inteligência e o pensamento, e não acumular informações. Métodos que auxiliem o estudante a compreender a sociedade em que se encontra e principalmente agir sobre essa realidade.

Portanto, a finalidade principal da educação deve consistir no pleno desenvolvimento do ser humano e sua dimensão social. Na dimensão social a pessoa deve ser competente para participar ativamente na transformação da sociedade, ou seja, compreendê-la, valorizá-la e nela intervir de maneira crítica e responsável, com vistas a que seja cada vez mais justa, solidária e democrática. (Zabala & Arnau, 2010, p. 78)

Com essa definição da finalidade da educação na sociedade atual, percebemos que o ensino tradicional está longe de alcançar essa realidade. E concordamos com Piaget (1998, p. 34), quando defende uma educação ativa:

Se se deseja, como necessariamente se faz cada vez mais sentir, formar indivíduos capazes de criar e de trazer progresso à sociedade de amanhã, é claro que uma educação ativa verdadeira é superior a uma educação consistente apenas em moldar os assuntos do querer pelo já estabelecido e os do saber pelas verdades simplesmente aceitas.

Dessa forma, visualizamos, na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem, que visa desenvolver nos estudantes as habilidades necessárias para resolver problemas, e assim, conseqüentemente, capacitar os alunos a construir conhecimentos e desenvolverem a inteligência para o pensamento autônomo.

O PBL (do inglês, Problem-Based Learning) pode ser encarado como uma dentre várias vertentes daquilo que se costuma chamar de aprendizagem ativa. Um modelo de aprendizagem ativa pressupõe que o aluno se torne responsável por seu aprendizado, que faça algo além de assistir à exposição do professor e estudar o conteúdo indicado. No PBL, os alunos se deparam com problemas abertos (ou seja, que permite várias vias de acesso à solução, que também tende a não ser única) e são instados a procurar por si mesmos os meios e os referenciais teóricos necessários para a resolução dos problemas. (Albergaria, 2010)

Essa forma de encarar a aprendizagem demonstra que o professor acredita no potencial de seus alunos, que não os vê como seres incapazes de qualquer entendimento e construção, pois permite que os estudantes desenvolvam suas aprendizagens por seus próprios meios.

O PBL, neste sentido, tem suas raízes fincadas no construtivismo, pois procura tornar relevante e significativo o aprendizado de acordo com os referenciais que o aluno já tem ou que terá de encontrar independentemente de uma figura que – na visão dos críticos do modelo tradicional – lhe imponha qual seria o melhor caminho a ser tomado. Chama os alunos, em certa medida, para a construção do próprio conhecimento que adquirem. Assim, desse ponto de vista, o aprendizado poderia ser entendido já como uma extensão da produção de conhecimento. (Albergaria, 2010)

Becker (2012, p. 113) complementa essa explicação com a definição de construtivismo:

Construtivismo significa isto: a ideia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado – é sempre um leque de possibilidades que podem ou não ser realizadas. É constituído pela interação entre indivíduo e o meio físico e social, o simbolismo humano e o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação, e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou do meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento.

A ABP consegue explorar as habilidades dos estudantes que os levarão até um patamar de construção de conhecimento, por isso é considerada uma metodologia embasada pelo construtivismo. As relações do estudante com a aprendizagem ocorrem de tal forma que a inteligência se desenvolve naturalmente, assim como defendia Piaget, como se fosse um bebê explorando o seu mundo pela primeira vez, construindo as estruturas necessárias para a assimilação do conhecimento. Portanto, percebemos na ABP uma metodologia de ensino bastante atual que pode trazer algumas modificações para o cenário educacional em que nos encontramos, alterando as relações em sala de aula e a forma de perceber o processo de ensino-aprendizagem.

Essa dissertação foi dividida em três artigos: no primeiro, buscamos aproximar a teoria construtivista com o método de ensino-aprendizagem da ABP, por meio de uma revisão bibliográfica, construindo uma base teórica sólida para as discussões apresentadas nos artigos seguintes. No segundo artigo, apresentamos os dados da análise qualiquantitativa de questionários aplicados aos estudantes participantes de atividade baseadas na metodologia da ABP, a fim de verificar a percepção desses estudantes sobre esse método de ensino. Por fim, o terceiro artigo apresenta os dados dos relatórios dos estudantes, produzidos ao final de cada atividade com o método da ABP. Esse último artigo buscou identificar o desenvolvimento de

habilidades de resolução de problemas pelos estudantes, por meio da análise de conteúdo dos materiais produzidos.

Sabemos que ainda se tem muito para pesquisar e por isso que muitos pesquisadores, professores e alunos continuam lutando por melhores condições de ensino-aprendizagem, bem como pela melhor forma de se ampliar conhecimentos. Portanto, essa pesquisa se desenvolve a partir das nossas vontades de aprender sobre nossos alunos e sobre nós mesmas como professoras, da vontade de não cruzar os braços ante as dificuldades, de ir em busca de alternativas, de conhecer e explorar novas formas de ensinar e aprender, de se desenvolver, de progredir. O conhecimento nos estimula, as novidades nos empurram, as curiosidades nos movem.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. *Objetivo geral*

O estudo tem como objetivo avaliar a construção de habilidades por meio da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) nas aulas de Ciências da Natureza no Ensino Médio.

### 2.2. *Objetivos específicos*

- Contextualizar a ABP como uma metodologia que visa desenvolver a construção de saberes em sala de aula, utilizando, para isso, o referencial teórico do construtivismo.
- Analisar a percepção de um grupo de estudantes do Ensino Médio sobre suas experiências e aprendizagens por meio da metodologia da ABP.
- Verificar a construção de habilidades de resolução de problemas por um grupo de estudantes de Ensino Médio nas Ciências da Natureza por meio do método da ABP.
- Os objetivos acima foram delimitados a partir do entendimento de educação moderna, já existente na fala de Piaget (1998, p. 163):

[...] Ora, se a educação moderna quer que se trate a criança como ser autônomo, do ponto de vista das condições funcionais de seu trabalho, ela exige por outro lado que se considere sua mentalidade do ponto de vista estrutural. Aí está a sua segunda originalidade notável. [...] o problema é todo outro quando se parte da hipótese das variações estruturais. Se o pensamento da criança é qualitativamente diferente do nosso, o objetivo principal da educação é compor a razão intelectual e moral; como não se pode moldá-la de fora, a questão é encontrar o meio e os métodos convenientes para ajudar a criança a constituí-la ela mesma, isto é, alcançar no plano intelectual a coerência e a objetividade e no plano moral reciprocidade.

Essa compreensão de educação nos ajudou a construir os objetivos dessa pesquisa, pois mostram uma relação de aprendizagem que envolve fatores de desenvolvimento de estruturas mentais que capacitam os estudantes a pensar. O desenvolvimento dessa capacidade é objetivo de nossa metodologia de ensino, alvo deste trabalho de pesquisa.



### 3. METODOLOGIA

Os problemas atuais de ensino-aprendizagem têm se mostrado, cada vez mais, como um campo bastante produtivo para os pesquisadores da área de Educação. Os trabalhos realizados têm utilizado métodos diversificados para qualificar ainda mais as pesquisas realizadas. Segundo Lüdke & André (2013, p. 9): “Sentimos que na base das tendências atuais da pesquisa em educação se encontra uma legítima e finalmente dominante preocupação com os problemas do ensino. É aí que a pesquisa deve atuar mais frontalmente procurando prestar a contribuição que sempre deveu à educação”. Dessa forma, as metodologias de pesquisa ocupam um papel fundamental nas investigações dessa área, pois possibilitam ao pesquisador tornar o seu trabalho uma fonte confiável de informação.

Para a nossa pesquisa, utilizamos métodos tanto qualitativos quanto quantitativos, e essa união se justifica pela fala de Gatti (2004, p. 13):

Os métodos de análise de dados que se traduzem por números podem ser muito úteis na compreensão de diversos problemas educacionais. Mais ainda, a combinação deste tipo de dados com dados oriundos de metodologias qualitativas, podem vir a enriquecer a compreensão de eventos, fatos, processos. As duas abordagens demandam, no entanto, o esforço de reflexão do pesquisador para dar sentido ao material levantado e analisado.

Assim, o cuidado de tratar os dados levantados neste trabalho nos levou a optar pela união de métodos de pesquisa, a fim de que eles pudessem se complementar nas suas totalidades. Para este trabalho, utilizamos as seguintes metodologias de pesquisa e coleta de dados:

1. Revisão de literatura;
2. Análise documental - Análise de conteúdo de questionários e relatórios;
3. Análise de frequência – porcentagens;
4. Observações participantes.

Foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura, a fim de deixar esclarecidas as bases teóricas da nossa pesquisa, traçando um comparativo com as teorias construtivistas e a metodologia de ensino da ABP. A análise documental de questionários aplicados aos

estudantes participantes da pesquisa foi realizada tanto de forma quantitativa, por meio do agrupamento de respostas e análise das frequências absolutas (números) e relativas (porcentagens) para confecção de gráficos para melhor visualização dos dados, de acordo com Marsiglia (2007), quanto de forma qualitativa, pela interpretação das respostas dos alunos. A análise de conteúdo visou interpretar as ações dos alunos registradas em relatórios de aula. Para esclarecermos as diferenças entre análise documental e de conteúdo, utilizamos a explicação de Bardin (2011, p. 52):

O objetivo da análise documental é a representação condensada da informação, para consulta e armazenamento; o da análise de conteúdo é a manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo) para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem.

Assim, a análise documental feita nos questionários buscou apenas agrupar as respostas para facilitar a consulta e a inferência quantitativa de porcentagens, já a análise realizada nos relatórios exigiu a identificação de ações dos estudantes em um material escrito, ações que foram previamente selecionadas em classes temáticas, que no caso deste trabalho foram as habilidades que gostaríamos de identificar nos estudantes. Segundo Guinchat & Menou (1982 *apud* Bardin, 2011, p. 52), “as classes permitem dividir a informação, constituindo as categorias de uma classificação, na qual estão agrupados os documentos que apresentam alguns critérios comuns, ou que possuem analogias no seu conteúdo”. Ainda para Holsti (1969 *apud* Lüdke & André, 2013, p. 46), o uso da análise de conteúdo se justifica “quando se pretende ratificar e validar informações obtidas por outras técnicas de coleta, como, por exemplo, a entrevista, o questionário ou a observação”. No nosso caso, pretendíamos confirmar os resultados obtidos nos questionários e nas observações participantes. Essas observações foram feitas utilizando-se a técnica da pesquisa-participante. Segundo Denzin (1978 *apud* Lüdke & André, 2013, p. 183), a observação participante é “uma estratégia de campo que combina simultaneamente a análise documental, a entrevista de respondentes e informantes, a participação e a observação direta e a introspecção”.

Dessa forma, encontramos, nesses métodos de pesquisa e de análise dos dados, uma combinação interessante e indicada pela literatura como complementar uma à outra. Essas metodologias estão mais bem explicadas e detalhadas nos artigos que compõem esta

dissertação. Todos os estudantes participantes das aulas analisadas e seus respectivos responsáveis assinaram termos de consentimento informado e esclarecido (Apêndices 1 e 2).

#### 4. O CONSTRUTIVISMO E A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: DIALOGANDO TEORIAS E CONCEITOS<sup>1</sup>

*Daniela Bonzanini de Lima, Lauren Martins Valentim*

##### Resumo

O processo de ensino-aprendizagem sempre foi amplamente debatido por psicólogos, filósofos e educadores, e novas metodologias de ensino têm sido alvo constante de pesquisas na área da Educação. O uso exclusivo do ensino tradicional, baseado em aulas teóricas e expositivas, com foco na memorização de conteúdos, não é mais suficiente para as demandas de ensino escolar, fazendo com que outras metodologias de ensino se façam necessárias para complementar o aprendizado. Em razão disto, este artigo busca defender o construtivismo como base teórica para a aprendizagem nas escolas, tendo em vista que envolve um desenvolvimento de atividades que colocam o aluno no centro da aprendizagem. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é defendido como um método que visa estimular os alunos a pensar, questionar e discutir os assuntos em sala de aula. A aprendizagem se dá por meio de situações-problema, enigmas ou casos de investigação e instiga os alunos a “aprender a aprender”. Nesse sentido, busca-se aproximar os conceitos do construtivismo com a ABP, a fim de demonstrar que a resolução de problemas é uma proposta inovadora no sentido de construção de conhecimento pelos alunos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; construtivismo; ensino-aprendizagem.

##### Abstract

The process of teaching and learning has always been widely debated by psychologists, philosophers and educators and new teaching methodologies have been a constant target of research in education. The exclusive use of traditional teaching, based on theoretical and lectures, focusing on memorizing content, is no longer sufficient for the demands of schooling, causing other teaching methods are necessary to complement learning. Because of this, this article seeks to defend constructivism as theoretical learning in schools for the base, since it involves a development of activities that put the student in the learning center. The use of Problem-Based Learning is advocated as a method that aims to encourage students to think, question and discuss issues in the classroom. Learning occurs through problem situations, puzzles or research cases and teaches students to “learn to learn”. In this sense, we seek to bring the concepts of constructivism with PBL in order to demonstrate that problem solving is an innovative proposal to construct knowledge by students.

Keywords: Problem-Based Learning; constructivism; teaching and learning.

##### 4.1. Introdução

Desde o início do século XX, têm-se escritores como Dewey e Piaget que defendem uma escola nova, uma educação baseada na construção de conhecimento do aluno. Para PIAGET (1998, p. 36 e 37), “as funções essenciais da inteligência consistem em compreender

---

<sup>1</sup> Artigo submetido à revista ACTA SCIENTIAE - <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta>.

e inventar, em outras palavras, construir estruturas... conhecimento deriva da ação”. Muito diferente da escola dita tradicional, com memorização de conteúdos. Entretanto, um século depois, ainda encontram-se, nas escolas, didáticas baseadas na “transmissão de conhecimentos”. Sobre isso, BECKER (2012, p. 16) descreve:

Tudo o que o aluno tem a fazer é submeter-se à fala do professor: parar, ficar em silêncio, prestar atenção e repetir o que foi transmitido tantas vezes quantas forem necessárias, copiando, lendo o que copiou, repetindo o que copiou, etc., não importando se compreendeu ou não.

Segundo Coleman (apud. ARAÚJO & SASTRE, 2009), calcula-se que os estudantes retêm apenas 10% do que leem e 20% do que ouvem. Ainda assim, percebe-se grande resistência de escolas e professores em adotar novos métodos de ensino, o que dificulta a inserção de uma educação mais ativa. As linhas pedagógicas progressistas (Dewey) e construtivistas (Piaget) defendem que o ensino deve preocupar-se com o aluno, com o interesse pessoal que os estudantes têm em aprender e com os processos que envolvem a construção de estruturas cognitivas que permitem a assimilação do conhecimento. Atualmente, a informação está ao alcance de todos, basta um computador ou celular com acesso à internet e as respostas surgem prontas na tela, ou seja, a aprendizagem estritamente de conteúdos não se apresenta mais como fundamental do ensino escolar e para isso a escola deve saber usar novas ferramentas e formas de ensinar para continuar atraindo esses estudantes para dentro da sala de aula. Segundo (POZO & CRESPO, 2009, p. 24):

Na sociedade da informação a escola não é mais a primeira fonte – às vezes, sequer é a principal – de conhecimento para os alunos em muitos domínios. Atualmente, são muito poucos os “furos” informativos reservados à escola. Os alunos, como todos nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa; nem sequer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes que os utilizados na escola, procura por eles.

Assim, diferentemente de simplesmente reproduzir uma informação adquirida, atualmente considera-se que o objetivo da educação deva ser o de formar indivíduos capazes de apropriar-se das informações e construir seu conhecimento a partir da relação que faz com o mundo. Conforme PONTE (2003, p. 3) a aprendizagem escolar deve ser pautada no

desenvolvimento integrado e harmonioso de um conjunto de competências e capacidades, que envolvem conhecimento de fatos específicos, domínio de processos, mas também capacidade de raciocínio e de usar esses conhecimentos e processos em situações concretas, resolvendo problemas, empregando ideias e conceitos para lidar com situações das mais diversas, de modo crítico e reflexivo.

Essa mudança de visão da educação escolar foi chamada por MORIN (2013, p. 27) de “reforma do pensamento”, a qual “contém uma necessidade social-chave: formar cidadãos capazes de enfrentar os problemas de seu tempo”. Para o desenvolvimento dessa mudança, MORIN (2013, p.21) completa: “O conhecimento deve mobilizar não apenas uma cultura diversificada, mas também a atitude geral do espírito humano para propor e resolver problemas”. Sendo assim, para que esse panorama educativo seja alcançado, percebe-se a necessidade de mudança nas metodologias de ensino utilizadas em sala de aula. Nesse contexto, compreende-se que a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) possa ser uma ferramenta de ensino bastante apropriada, pois, como defende POZO (1998, p. 14): “Ensinar a resolver problemas não consiste somente em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta”.

Por se tratar de um método que propõe que o estudante construa seu próprio conhecimento, a ABP tem sua origem baseada na teoria construtivista, pois concorda com o pensamento de PIAGET (1974, p. 69): “O objetivo da educação intelectual não é saber repetir ou conservar verdades acabadas, pois uma verdade que é reproduzida não passa de uma semiverdade: é aprender por si próprio a conquista do verdadeiro”. Para os construtivistas, o processo educativo deve ser dinâmico, com o envolvimento bidirecional dos agentes que atuam em sala de aula: professor e aluno. A construção do conhecimento se dará à medida que o estudante aceita a responsabilidade por seu aprendizado, em um processo que resultará na autonomia de seus pensamentos e ações.

Existem muitas formas de implementar o construtivismo em sala de aula, entretanto, conforme afirma CARVALHO (2013, p. 2): “Um dos pontos que podemos salientar, e que se torna claro nas entrevistas piagetianas, é a importância de um problema para o início da construção do conhecimento”. Assim, percebe-se claramente uma estreita relação entre o método da ABP e as teorias construtivistas e da escola ativa. Para fundamentar essa união, este artigo pretende aproximar as teorias e conceitos da metodologia da ABP com as pedagogias de Dewey e Piaget, a fim de mostrar como essas teorias podem estar inseridas em um contexto educacional bastante atual e inovador.

## 4.2. A Aprendizagem Baseada em Problemas

A ABP é um método que tem como finalidade a aprendizagem por meio de situações-problema, casos ou enigmas que desenvolvam habilidades cognitivas relevantes a todas as áreas de conhecimento. As primeiras ideias sobre essas metodologias surgiram a partir do psicólogo Jerome Saymor Bruner e do filósofo John Dewey (COSTA, 2011), dentro do pensamento filosófico da pedagogia progressista, mas ainda não tinham as denominações de hoje. Na década de 1960, a McMaster University, no Canadá, e a Universidade de Maastrich, na Holanda, começaram a implantar o método da ABP nos cursos da área da saúde (COSTA, 2011; VOGT, 2010), e dali o método foi, aos poucos, sendo difundido, e atualmente utilizado no Brasil em algumas universidades, como, por exemplo, a USP Leste (ARAÚJO E ARANTES, 2009). O método da ABP, segundo ARAÚJO E ARANTES (2009), pode ser compreendido e implementado de diversas formas, conforme estudos já realizados, entretanto, a base teórica (J. Piaget, L. Vygotsky, J. Dewey, K. Lewin e J. Bruner) dessas pesquisas eram comuns a todas as instituições.

A ABP possui uma amplitude de estratégias que podem ser utilizadas, cada uma favorecendo habilidades diferentes aos alunos, pois é um método ativo, integrador de conhecimentos e socializante, uma vez que trabalha em grupos, favorecendo a comunicação e a troca de ideias entre os estudantes. Para PIAGET (1935), o trabalho em grupo auxilia o estudante a superar o egocentrismo e conhecer o ponto de vista dos outros, estimulando a cooperação, agindo sobre a tomada de consciência e constituindo a inteligência individual. DEWEY (1979, p. 152), um dos precursores da ABP, afirma que:

Quando experimentamos alguma coisa, agimos sobre ela, fazemos alguma coisa com ela; em seguida sofremos ou sentimos as consequências. Fazemos alguma coisa ao objeto da experiência, e em seguida ele nos faz em troca alguma coisa. A conexão dessas duas fases da experiência mede o fruto ou o valor da mesma. A simples atividade não constitui experiência.

Assim, percebe-se a importância de colocar o aluno no centro de sua aprendizagem, de deixá-lo agir sobre seus objetos de estudo, para que, a partir disso, ele possa desenvolver as estruturas cognitivas necessárias para a formação de um conhecimento construído por ele mesmo. ENEMARK & KJAERSDAM (2009, p. 26), explicam que:

Baseado em problemas” significa que conhecimentos de livros didáticos tradicionais são substituídos por conhecimentos necessários à resolução de problemas teóricos.

O conceito educativo de aprendizagem baseada em problemas afasta a perspectiva da compreensão de conceitos e a situa na capacidade de desenvolver novos conhecimentos.

Dessa forma, a ação do aluno na metodologia da ABP insere esse aprendizado na teoria construtivista, haja vista que o aluno não recebe respostas prontas, mas deve agir sobre uma questão e concluir o seu pensamento por meio das relações que envolvem o aprendizado.

### **4.3. O construtivismo como base para a aprendizagem**

Na teoria construtivista, a construção do conhecimento irá ocorrer conforme o indivíduo interage com o mundo, com os objetos que lhes são disponibilizados, o que mostra que o conceito da aprendizagem baseada em memorização não será eficaz para desenvolver estruturas cognitivas sólidas nos estudantes, uma vez que elas não foram construídas pelo aluno, e sim “transmitidas” pelo professor, segundo as suas concepções. BECKER (2012, p. 133) define construtivismo como:

A ideia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Ele se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento.

A epistemologia genética de Piaget conduz ao entendimento de como a aquisição de conhecimentos se dá ao longo do tempo, e, com esse estudo, podemos compreender como ocorre a evolução de um conhecimento mais simples para um mais complexo. Para isso, entende-se a necessidade de formação de estruturas durante esse processo, as quais servirão de base para que esse desenvolvimento ocorra em um próximo estágio. Para BECKER (2012, p. 22), um professor que pensa dessa forma acredita que “tudo que o aluno construiu até hoje em sua vida serve de patamar para continuar a construir e que alguma porta se abrirá para o novo conhecimento – é só questão de descobri-la; ele descobre isso por construção”. Essa fala condiz com o pensamento de DEWEY (1979), quando afirma que a educação deve vir da experiência dos estudantes, por meio de reorganizações e reconstruções dessas experiências, assim fazendo com que a aprendizagem tenha algum sentido para ele e tornando-o mais apto para novas experiências.



Tudo isso mostra a importância de colocar o aluno no centro da aprendizagem, de fazer uma educação considerando os conhecimentos prévios dos estudantes. Para PIAGET (1975), quando se ensina algo a uma criança que ela poderia ter aprendido sozinha, essa criança foi impedida de inventar e de entender completamente. Essa concepção de “aprender a aprender” presente nas obras de Piaget ressalta a importância de deixar os alunos buscarem seus conhecimentos e as informações para entendimento dos conteúdos, pois assim ter-se-á alunos mais autônomos. Essa ideia se encontra com o que DEWEY (1979, p. 162) defende: “Todo ato de pensar é investigação, é pesquisa pessoal, original, da pessoa que faz, mesmo que todo o resto do mundo já conheça aquilo que ela procura descobrir”. Dessa forma, o estudante só compreende completamente aquilo que foi buscado e construído por ele, pois ele formou as estruturas necessárias para a compreensão durante esse processo. Assim, analisando o verbo “construir”, conforme o dicionário *Michaelis* (POLITO, 2009): “dar estrutura a; edificar, fabricar”, pode-se concluir perfeitamente as assimilações que o construtivismo visa obter por meio das ações dos estudantes: “dar estrutura” ao pensamento, “edificar” os recursos cognitivos e “fabricar” novos processos mentais.

Portanto, a escolha da construção de conhecimento como base teórica para uma metodologia de ensino indica que o professor acredita na capacidade de seus alunos. Conforme afirma PIAGET (1935, p. 139): “A tarefa da educação intelectual parece ser cada vez mais a de formar o pensamento e não de povoar a memória”. Assim, a associação das teorias construtivistas e da metodologia da ABP forma uma base sólida para o progresso dos alunos em sala de aula, pois, além da compreensão de conteúdos específicos de cada disciplina, o docente também valoriza o desenvolvimento do educando por meio de estruturas construídas, avaliando não somente o que aprendeu, mas, principalmente, como fez para aprender.

#### **4.4. O aprender a aprender na metodologia da ABP**

A principal ligação entre a ABP e o construtivismo é, sem dúvida, o conceito de “aprender a aprender”. Esse conceito define uma aprendizagem na qual o conhecimento é dinâmico e pode mudar a cada aula, já que as discussões e debates são muito bem-vindos e todas as questões levantadas pelos alunos se tornam uma ferramenta para o entendimento do conteúdo. Isso significa que o aluno deve aprender os caminhos para construir o seu conhecimento, sem esperar uma resposta pronta do professor.

Seguindo essa ideia, POZO (1998, p. 9) defende que:

Um dos veículos mais acessíveis para levar os alunos a aprender a aprender é a solução de problemas. Diante de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos, a solução de problemas pode constituir não somente um conteúdo educacional, mas também, e principalmente, um enfoque ou uma forma de conceber as atividades educacionais.

A ABP integra os alunos com o professor, os colegas e o conteúdo, o que favorece o processo de aprendizagem, já que, “quando se simula um problema, pode-se reter até 90% do que se aprendeu” (ENEMARK & KJAERSDAM, 2009, p. 25). Dessa forma, essas atividades seriam essenciais ao desenvolvimento do processo de “aprender a aprender”.

A ABP promove a interação dos alunos com o professor, os colegas e o conteúdo, o que favorece o processo de aprendizagem, pois, como já mencionado anteriormente, o trabalho em grupo é um fator fundamental para que o aluno desenvolva sua capacidade de aprender a aprender. Para PIAGET (1935, p. 142 e 143):

A cooperação é condição do verdadeiro pensamento, pois o indivíduo renuncia a seus interesses próprios para pensar na realidade comum ao grupo e o hábito de colocar-se no ponto de vista do outro leva a inteligência a adotar a atitude que consiste em dissociar o real das ilusões antropocêntricas.

Essa forma de desenvolver as atividades em sala de aula pode tornar o ensino mais atrativo e motivador, visto que os alunos não são apenas ouvintes, eles são os protagonistas, e seus questionamentos são a peça chave de todas as aulas. Os conceitos dos conteúdos deixam de ser o foco do ensino e se tornam apenas consequências dos outros conhecimentos e aprendizados adquiridos, pois a ABP desenvolve muitos benefícios que vão além da matéria escolar, tais como:

- Construir uma base de conhecimento ampla e flexível;
  - Desenvolver habilidades efetivas de resolução de problemas;
  - Desenvolver habilidades de auto-aprendizagem e de aprendizagem duradouras;
  - Tornar os alunos colaboradores efetivos; e
  - Torná-los intrinsecamente motivados a aprender.
- (BARROWS E KELSON *apud* HMELO-SILVER, 2004, p. 240)

Visto isso, pode-se afirmar que a metodologia da ABP favorece a interação dos alunos com o seu objeto de estudo e aprendizagem, o que desenvolve a formação de estruturas de assimilação. Conforme PIAGET (1998, p. 37):

Conhecer um objeto é agir sobre ele e transformá-lo, apreendendo os mecanismos dessa transformação vinculados com as ações transformadoras. Conhecer é, pois, assimilar o real às estruturas de transformações, e são as estruturas elaboradas pela inteligência enquanto prolongamento direto da ação.

Assim, o construtivismo se caracteriza na ABP à medida que se proporcionam atividades nas quais o aluno deve agir sobre o material, ou seja, não é simplesmente um exercício de leitura e resposta, uma atividade de repetição e memorização, mas sim uma ferramenta em que o estudante deve selecionar informações, organizá-las, pensar sobre o conteúdo oferecido e debater em grupos as questões que vão surgindo com o contato com esse material, além de pesquisar por conta própria as dúvidas que aparecerem e formular hipóteses de respostas conforme o desenvolvimento da atividade. A partir desse ponto, o professor auxilia nos debates para confirmar ou refutar as hipóteses levantadas, estabelecendo um diálogo e esclarecendo as incertezas que permanecerem no entendimento das questões. A construção do conhecimento ocorre de forma leve, espontânea e com envolvimento dos alunos durante todo o processo, a aquisição das habilidades ocorrerá ao longo das diversas etapas do processo de aprendizagem proporcionado pela metodologia da resolução de problemas, fazendo com que esses estudantes alcancem o objetivo de “aprender a aprender”.

#### **4.5. Considerações finais**

Há muito tempo que a didática de ensino tradicional tem sido questionada por não oferecer alternativas de aprendizagem aos alunos além da memorização dos conteúdos, pois, conforme POZO & CRESPO (2009, p. 27), “não basta pretendemos ensinar muitas coisas, todas muito relevantes, nem sequer ensiná-las realmente. A eficácia deverá ser medida pelo que conseguimos que os alunos realmente aprendam”. Esse é o verdadeiro papel do professor: auxiliar o aluno a compreender as informações que chegam ao seu conhecimento, e não descarregar essas informações sobre eles, a fim de que “absorvam” tudo. Aprender a pensar é algo fundamental para os estudantes, uma vez que poderão utilizar em qualquer aspecto de suas vidas. Para CARVALHO (2013, p. 2):

No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento.

A proposta de união da metodologia da ABP com o construtivismo se deve ao fato de que a aprendizagem deve ser uma ação e um desejo do aluno, e não só do professor. Além disso, deve priorizar as habilidades desenvolvidas com a aprendizagem, e não apenas a aquisição de conteúdos.

Como foi mostrado profundamente por Dewey, o interesse verdadeiro surge quando o eu se identifica com uma ideia ou um objeto, quando encontra neles um meio de expressão e eles se tornam um alimento necessário a sua atividade. Quando a escola ativa exige que o esforço do aluno venha dele mesmo sem ser imposto, e que sua inteligência trabalhe sem receber os conhecimentos já todos preparados de fora, ela pede simplesmente que sejam respeitadas as leis de toda a inteligência. (PIAGET, 1998, p. 162)

Portanto, para que se possa auxiliar no desenvolvimento de indivíduos inteligentes, capazes de mobilizar as estruturas mentais construídas por meio do pensamento, deve-se proporcionar aos estudantes atividades nas quais possam desenvolver habilidades cognitivas para que se obtenha um conhecimento construído por ele mesmo. Para PONTE (2003, p. 2), essas habilidades desenvolvidas por meio da ABP são “uma capacidade de primeira importância para todos os cidadãos e que deveria permear todo o trabalho da escola, tanto dos professores como dos alunos”. Sendo assim, a insistência no uso de métodos de ensino que valorizam a memorização só faz com que a educação seja cada vez mais desvalorizada pelos alunos, pois estes não veem sentido na aquisição de conhecimentos que não têm relação com as experiências prévias deles e, principalmente, não veem aproximação nenhuma com o cotidiano. Para PIAGET (1998, p. 15), “há ensinamentos obviamente desprovidos de qualquer valor formador e que continuam a impor-se sem se saber ao menos se eles chegam a atingir ou não a função utilitária que se objetiva”. Ou seja, o argumento utilitário da aprendizagem muitas vezes é empregado para defender o uso do ensino tradicional, mas o que não se percebe é que não há comprovações sobre a utilidade do ensino gerado.

Dessa forma, esse artigo mostrou que a educação por meio do construtivismo pode ser uma alternativa para a mudança do cenário educacional tradicional, visto que muda o foco da aprendizagem de conteúdos para a construção de habilidades cognitivas. Na fala de DEWEY

(1979, p. 176), encontram-se os argumentos para concluir os benefícios da atividade por meio da construção do conhecimento:

Se a própria criança não puder conseguir a solução do problema e descobrir seu próprio caminho, não aprenderá. Podemos e fazemos transmitir “ideias” preparadas, ideias “feitas”, aos milheiros; mas geralmente não damos muito trabalho para fazer com que a pessoa que aprende participe de situações significativas onde sua própria atividade origina, reforça e prova ideias – isto é, significações ou relações percebidas.

Assim, o objetivo do trabalho se mostrou bastante pertinente ao longo das discussões realizadas, visto que o uso da metodologia da ABP como uma forma de conceber o processo de ensino-aprendizagem dentro da teoria construtivista de educação proporciona aos alunos os processos necessários a uma aprendizagem por construção, sendo possível realizar a formação das estruturas cognitivas necessárias para a obtenção de um raciocínio operatório por meio do desenvolvimento de habilidades diversas. Quando o aluno se sente integrado na aprendizagem e percebe o sentido de aprender, ele se torna motivado e interessado, e isso ajuda a desenvolver a socialização dos estudantes, o que favorece o aspecto emocional relacionado à aprendizagem.

Com isso, deseja-se que os professores possam refletir sobre as suas práticas pedagógicas, buscando essa mudança nos paradigmas do ensino escolar. A aproximação das teorias construtivistas com os conceitos da ABP mostrou um caminho possível a ser seguido, com demonstrações de que essa união pode ser mais favorável ao processo educativo do que o ensino tradicional. Portanto, para se ter cidadãos críticos pensantes, reflexivos e autônomos, deve-se priorizar o pensamento e esquecer a memorização, pois quem pensa tem o poder da mudança em suas mãos, enquanto quem memoriza apenas repete os feitos anteriores.

#### **4.6. Referências**

ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.

\_\_\_\_\_; ARANTES, V. A. Comunidade, conhecimento e resolução de problemas: o projeto acadêmico da USP Leste. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.

BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

CARVALHO, A. M. P de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

\_\_\_\_\_. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COSTA, V. C. I. Aprendizagem baseada em problemas (PBL). *Revista Távola Online*, n. 5-3, 2011. Disponível em: <<http://nucleotavola.com.br/revista/aprendizagem-baseada-em-problemas-pbl>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

DEWEY, J. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. 4. ed. São Paulo: Nacional, 1979.

\_\_\_\_\_. *Vida e educação*. 6. ed. São Paulo: Melhoramento, 1967.

ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-Based Learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

MORIN, E.; ALMEIDA, M. da C. de; CARVALHO, E. de A. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

PIAGET, J. *Epistemologia genética*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

\_\_\_\_\_. *Psicologia e pedagogia*. 1. ed. 9. reimp. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1998.

\_\_\_\_\_. Problemas de psicologia genética. *Os pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1975.

\_\_\_\_\_. *Para onde vai a educação?* 2. ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1974.

\_\_\_\_\_. Observações psicológicas sobre o trabalho em grupo. (1935). In: PARRAT-DAYAN, S.; TRYPHON, A. (org.). *Sobre a pedagogia: textos inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

POLITO, A. G. Michaelis: dicionário de português online. São Paulo: Melhoramentos, 2009. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=construir>>. Acesso em: 9 jan. 2015.

PONTE, J. P. M. Investigar, ensinar e aprender. *Actas do ProfMat*, 2003. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~brolezzi/disciplinas/20121/mat1500/investigar.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2014.

POZO, J. I. (org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

\_\_\_\_\_; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SAVERY, J. R. Overview of Problem-Based Learning: definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://docs.lib.purdue.edu/ijpbl/vol1/iss1/3/>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

VOGT, C. Ensino e aprendizagem: problemas como solução. *ComCiência – Revista eletrônica de Jornalismo Científico*, v. 115, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

**5. UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A APRENDIZAGEM BASEADA EM  
PROBLEMAS NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA: PERCEPÇÕES DE UM GRUPO  
DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO<sup>2</sup>**

**INVESTIGATION OF THE PROBLEM-BASED LEARNING IN NATURAL  
SCIENCE: PERCEPTIONS AND MOTIVATIONS OF A GROUP OF HIGH SCHOOL  
STUDENTS**

Daniela Bonzanini de Lima [danibl.bio@gmail.com]

Lauren Martins Valentim [lmvalentim@hotmail.com]

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Colégio de Aplicação

**Resumo**

Tornar os estudantes motivados e interessados na aprendizagem requer uma mudança nos paradigmas atuais dos processos de ensino. A limitação do ensino tradicional pode ser superada por novos meios de aprendizagem que visam estimular um ensino além da memorização de conteúdos, desenvolvendo habilidades e estratégias de resolução de problemas que colocam o aluno como protagonista do processo de ensino-aprendizagem, gerando, dessa forma, um estímulo para que o aluno se torne interessado nos conteúdos escolares. Por meio dos referenciais teóricos de Piaget (Construtivismo) e Dewey (Aprendizagem Baseada em Problemas), visamos, neste trabalho, mostrar a visão de um grupo de estudantes do Ensino Médio da cidade de Porto Alegre sobre a metodologia de ensino da ABP e identificar pontos de motivação para a aprendizagem por meio desse método.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem; motivação; Aprendizagem Baseada em Problemas.

**Abstract**

Making motivated and interested students in learning requires a change in the current paradigms of the teaching processes. The limitation of traditional teaching can be overcome by new ways of learning, aimed at stimulating teaching that goes beyond the memorization of content, developing skills and problem-solving strategies that put the student as the protagonist of the teaching-learning process and this way generate a stimulus so that the student becomes interested in school subjects. Through the theoretical framework of Piaget (Constructivism) and Dewey (Problem-Based Learning) we aim in this work show the vision of a group of high school students in Porto Alegre about the teaching methodology of PBL and identify points of motivation for learning through this method.

Keywords: Teaching-learning; motivation; Problem-Based Learning.

---

<sup>2</sup> Artigo enviado ao X ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – 2015.



## 5.1. Introdução

Um dos grandes desafios para os educadores, atualmente, é conseguir motivar os estudantes dentro da sala de aula, a fim de que estejam envolvidos e interessados na busca por suas aprendizagens. Para Martinelli & Sisto (2010, p. 413), “estar motivado significa dizer que se tem um interesse especial que desperta o entusiasmo, o desejo, a curiosidade, e que essas condições, aliadas a outras, levam o indivíduo a buscar a realização de algo”. Na era da informação e tecnologia, sabemos que o acesso ao conhecimento se torna bastante automático por parte dos alunos, visto que tudo é facilitado pelo acesso quase universal da internet. Como, então, podemos fazer com que nossos alunos se interessem pelo que estamos ensinando? Como fazer com que tenham motivação para aprender na escola? Essas perguntas são fundamentais para que possamos repensar as metodologias de ensino utilizadas em sala de aula.

A escola não pode mais proporcionar toda a informação relevante, porque esta é muito mais móvel e flexível do que a própria escola; o que ela pode fazer é formar os alunos para que possam ter acesso a ela e dar-lhe sentido, proporcionando capacidades de aprendizagem que permitam uma assimilação crítica da informação. (Pozo & Crespo, 2009, p. 24)

Os objetivos da escola, atualmente, devem ser direcionados para a construção de conhecimentos relevantes e formação de cidadãos críticos, para assim ajudar a despertar a motivação nos estudantes. Uma metodologia baseada em transmissão de conhecimentos não gera motivação, visto que os alunos estão recebendo informações construídas por outras pessoas, ou seja, não foi algo buscado por eles, não foi algo que gerou curiosidades neles, e, sendo assim, é algo que não gera significado algum para esses estudantes. Conforme afirma Becker (2012, p. 42), “a criança e o adolescente não deixam de fazer coisas por serem difíceis, mas por não terem sentido”.

Para que o aluno se sinta interessado em aprender, é necessário que haja a interação dele com o conteúdo a ser aprendido, fazendo com que ele atue diretamente sob seu aprendizado. Conforme Dewey (1979, p. 138), “estar interessado em alguma coisa é achar-se absorvido, envolvido, levado por essa coisa. Tomar interesse é ficar alerta, cuidadoso, atento”. Esse envolvimento do estudante com sua aprendizagem é que deve ser desenvolvido e estimulado em sala de aula, assim, conseqüentemente se despertará o interesse dos alunos. Devemos, como professores, desenvolver atividades que gerem no aluno um senso de

responsabilidade e autonomia sob a aprendizagem a ser realizada por ele, que o envolva e motive a buscar os objetivos a que se propõe. Segundo Guimarães & Buruchovitch (2004, p. 143):

Um estudante motivado mostra-se ativamente envolvido no processo de aprendizagem, engajando-se e persistindo em tarefas desafiadoras, despendendo esforços, usando estratégias adequadas, buscando desenvolver novas habilidades de compreensão e de domínio. Apresenta entusiasmo na execução das tarefas e orgulho acerca dos resultados de seus desempenhos.

Dessa forma, o aluno se sentirá parte fundamental do processo de ensino-aprendizagem, e não apenas mero espectador, fazendo com que a sua motivação seja uma ferramenta para que possa desenvolver cada vez mais habilidades que lhe permitam dar continuidade no desenvolvimento da aprendizagem. Segundo Christensen (2012, p. xx), a motivação pode ser extrínseca ou intrínseca. A extrínseca é a que procede do exterior da tarefa, na qual o aluno pode aprender a fazer algo não porque considerou a tarefa interessante ou estimulante, mas porque isso lhe dará acesso a alguma coisa que deseja. A intrínseca, por sua vez:

Configura-se como uma tendência natural para buscar novidade, desafio, para obter e exercitar as próprias capacidades. Refere-se ao envolvimento em determinada atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, envolvente ou, de alguma forma, geradora de satisfação. (Guimarães & Buruchovitch, 2004, p. 143)

Considerando essas definições de motivação, percebemos que as escolas tendem a desenvolver a motivação extrínseca, alegando que o aluno deve aprender os conteúdos para passar de ano ou para passar no vestibular. A tarefa desafiadora para os educadores é desenvolver nesses estudantes a capacidade de ir além dos conteúdos, de desenvolver habilidades, de gerar neles o interesse de conhecer os conteúdos, de entender as relações existentes naquilo que aprendem em sala de aula com o que vivenciam no cotidiano. Segundo Tapia (2005, p. 6), para ativar a curiosidade e o interesse dos estudantes para a aprendizagem, os professores podem utilizar algumas estratégias, tais como: “Fornecer informações e situações novas, surpreendentes que estejam de acordo com o conhecimento prévio do aluno, levantar problemas que o aluno tenha que resolver e variar os elementos da tarefa para manter a atenção”.

Visto isso, entendemos a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como uma ferramenta de ensino-aprendizagem que visa desenvolver diversas

habilidades nos estudantes por meio de situações investigativas que colocam o aluno como protagonista de sua aprendizagem, já que

as perspectivas da ABP deslocam o aluno para o núcleo do processo educativo, dando a ele autonomia e responsabilidade pela própria aprendizagem, por meio da identificação e análise de problemas; da capacidade de elaborar questões e procurar informações para ampliá-las e respondê-las; e, daí, para recomençar o ciclo levantando novas questões e novos processos de aprendizagem e problematização da realidade. (Araújo & Sastre, 2009, p. 9)

Dessa forma, acreditamos que o método da ABP possa promover um aumento da motivação e interesse nos estudantes, pois utiliza recursos didáticos que vão ao encontro de indicativos citados anteriormente por Tapia (2005). Sendo assim, com o referencial teórico de Piaget (construtivismo) e Dewey (ABP), este trabalho tem como objetivo mostrar a visão de um grupo de estudantes do Ensino Médio da cidade de Porto Alegre sobre a metodologia de ensino da ABP e identificar pontos de motivação para a aprendizagem por meio desse método.

## **5.2. Metodologia**

Ao longo do ano de 2013, foram realizadas atividades (anexos 1 a 9) que utilizaram a metodologia da ABP com duas turmas de segundo ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFRGS. As atividades foram realizadas em períodos de disciplina compartilhada entre Biologia e Química. Ao todo foram 10 atividades investigativas durante o ano letivo. Em 2014, os alunos participantes das atividades com a ABP responderam a um questionário com sete perguntas abertas (Apêndice 3) que buscavam investigar a percepção dos mesmos acerca das aulas, da metodologia e das habilidades que desenvolveram com as atividades desenvolvidas no ano anterior. As respostas foram analisadas tanto qualitativamente quanto quantitativamente. A análise quantitativa se deu por agrupamento de frequência de respostas e porcentagem conforme MARSIGLIA (2007), na qual as respostas dos estudantes foram analisadas e unidas em grupos (categorias) de acordo com a semelhança entre as respostas dadas. As categorias foram retiradas das falas dos alunos e também adicionadas pelas autoras conforme inferência na interpretação da escrita dos estudantes. As porcentagens foram estabelecidas conforme a frequência de respostas dos estudantes para cada questão analisada. A análise qualitativa foi realizada através da análise documental de conteúdo referenciada por BARDIN (2011). Essa análise considerou as frequências de respostas dos alunos juntamente com as observações realizadas durante as atividades do ano

anterior, analisando as percepções dos estudantes acerca do método, conforme respondiam as questões apresentadas. Obtivemos um total de 44 alunos respondentes, os quais assinaram um termo para participação na pesquisa e, por serem menores de idade, os pais também assinaram um termo de consentimento informado e esclarecido.

As perguntas aplicadas foram:

1. Você lembra das aulas dos períodos compartilhados de Química e Biologia que teve no ano passado? Se sim, o que mais lhe marcou?
2. Você gostava da forma que as aulas de Química e Biologia eram dadas naqueles períodos? Por quê?
3. Você consegue perceber a diferença entre as aulas que você teve no ano passado (período compartilhado) com as aulas que está tendo agora no 3º ano? Se sim, diga as diferenças que você percebe.
4. A) Você acha que aprendeu algo além das disciplinas de Biologia e Química nessas aulas? Se sim, o que?  
B) Você acha que desenvolveu habilidades por causa dessas aulas? Se sim, o quê?
5. Você acha que as aprendizagens que teve no ano passado te ajudam de alguma forma nas aulas deste ano? Como?
6. Você percebeu se aplicou alguma das aprendizagens do ano passado no seu cotidiano?
7. Você se sentia mais interessado em aprender com aquela metodologia? Se sim, por quê?

A pergunta número 1 não foi utilizada para fins de análise, pois teve somente o objetivo de situar os estudantes sobre o assunto do questionário. O questionário foi analisado por agrupamento da frequência de respostas, e algumas destas foram transformadas em gráficos para melhor visualização. Para as outras, foi feita uma análise em porcentagem das frequências de respostas.

### **5.3. Resultados e Discussão**

Com a análise dos questionários, buscamos identificar se os alunos perceberam diferenças entre as aulas que haviam sido realizadas nos períodos compartilhados do ano anterior com as aulas que estavam tendo em 2014, se eles gostavam da forma como as aulas foram realizadas, se estavam mais interessados em aprender com a metodologia da ABP e se

perceberam a construção de aprendizagens e habilidades além dos conteúdos de Química e Biologia. Os gráficos mostram o número de alunos que citaram determinada palavra.

### 5.3.1. Questão 2

Para a pergunta número 2, quando questionados se gostavam das aulas, 40 dos 44 alunos respondentes disseram que sim, alegando que eram aulas com uma proposta diferenciada, o que tornava a aprendizagem prazerosa, além de ser divertida, o que os ajudava a pensar e aprender com mais facilidade. O fato de os alunos associarem a metodologia da ABP como algo “prazeroso” e “divertido” demonstra que a situação de aprendizagem proporcionou a eles um ambiente de bem-estar, um momento que eles estavam descontraídos e ao mesmo tempo envolvidos com o que estavam fazendo. Isso sugere que um ensino “prazeroso” e “divertido” pode resultar em aprendizagem e, melhor ainda, em “pensar”. O reconhecimento do “pensar” por parte dos alunos rebate as ideias tradicionais de que os métodos ativos deixam os estudantes à mercê de suas vontades, ao contrário, esses argumentos dados pelos alunos reforçam a ideia de que, quando a atividade é prazerosa, o aluno tende a ficar mais atento, e isso gera aprendizagem. Conforme Piaget (1945, p. 154):

É preciso ensinar os alunos a pensar e é impossível aprender a pensar sob um regime autoritário. Pensar é procurar por si mesmo, é criticar livremente e é demonstrar de maneira autônoma. O pensamento supõe, portanto, o livre jogo das funções intelectuais, e não o trabalho sob coerção e a repetição verbal.

Percebe-se, então, que as atividades proporcionadas aos alunos com o método da ABP transformaram o ambiente da sala de aula em um local no qual os estudantes sentiam prazer em estar e, principalmente, que conseguiam reconhecer suas próprias aprendizagens. Para Deelman & Hoerberigs (2009, p. 100), “a ABP é um conceito que contém diversas formas de se criar oportunidades de aprendizagem para os alunos”, portanto, podemos justificar que, quando os alunos citam que o método “facilita a aprendizagem”, demonstra que os alunos estão tendo oportunidades diversas de trabalhar sobre o conteúdo, o que torna mais fácil o seu entendimento.

### 5.3.2. Questão 3

Na pergunta 3, ao compararem o período compartilhado do ano anterior com o atual, 100% dos estudantes relataram sentir diferença nas aulas, principalmente pela falta de interdisciplinaridade das aulas atuais, e 70% dos alunos alegaram que a interdisciplinaridade

os ajudava a compreender melhor os conteúdos, visto que um acabava complementando o outro. Morin (2013, p. 21) reforça a importância da interdisciplinaridade:

A atitude de contextualizar e globalizar é uma qualidade fundamental do espírito humano que o ensino parcelado atrofia e que, ao contrário disso, deve ser sempre desenvolvida. O conhecimento torna-se pertinente quando é capaz de situar toda a informação em seu contexto e, se possível, no conjunto global no qual se insere.

Quando os estudantes se deparam com um fenômeno da natureza, por exemplo, a chuva, eles não têm as informações sobre esse fenômeno compartimentalizadas, ou seja, a parte da chuva que é Biologia, a parte de Física... Por que motivo então devemos ensinar os conteúdos de maneira apenas a envolver as partes que dizem respeito à nossa disciplina curricular? Essa falta de interdisciplinaridade na escola faz com que os estudantes limitem a sua capacidade de pensar, pois pensam “em caixas”, quando, na verdade, deveriam saber construir os conceitos relacionando os saberes de todas as áreas envolvidas. Quando os alunos conseguem contextualizar o que estudam, a aprendizagem torna-se muito mais significativa para eles, e isso só reforça a importância da interligação de todos os saberes escolares.

### 5.3.3. Questão 4

Quando questionados sobre as aprendizagens que tiveram e as habilidades que perceberam desenvolver, os alunos citaram muitas melhoras, conforme o gráfico 1:



Gráfico 1: Habilidades citadas pelos alunos na questão 4 do questionário.

Nesta questão, os alunos fizeram muitos comentários sobre como mudaram suas formas de perceber as situações. Citaram como exemplo a capacidade de “ver as coisas por outro ângulo”, “não aceitar tudo como verdade absoluta”, “questionar as propagandas”, fazendo com que conseguissem refletir sobre os assuntos que chegavam até eles, e não apenas

absorvendo. Para Piaget (1998, p. 37), a inteligência requer conhecimento, e este conhecimento deriva da ação do indivíduo sobre um objeto, no qual a “inteligência consiste em executar e coordenar as ações de forma interiorizada e reflexiva”. Ou seja, o estudante constrói conhecimento a partir do momento em que consegue refletir sobre o aprendizado, pensando sobre seu objeto de estudo, fazendo com que haja uma assimilação da ação realizada que resulta na aprendizagem. É importante ressaltar que as habilidades mais citadas por eles (Leitura/interpretação, Solução de problemas e Raciocínio lógico/capacidade investigativa) foram intensamente trabalhadas durante as aulas com a metodologia da ABP e isso demonstra que eles percebem esse desenvolvimento e associam essas aprendizagens às aulas que tiveram no ano anterior, demonstrando que houve uma real construção e assimilação dessas capacidades.

#### 5.3.4. Questões 5 e 6

As questões 5 e 6 foram agrupadas em um mesmo gráfico porque os alunos citaram atitudes semelhantes em ambas as perguntas, sugerindo que eles consideraram como cotidianas as suas rotinas na escola. Essas questões buscavam investigar se os alunos perceberam o uso de alguma habilidade ou aprendizagem desenvolvida nas aulas em situações do cotidiano e nas aulas que estavam tendo atualmente, e 80% dos estudantes relataram que fizeram uso no cotidiano e nas aulas. As mais citadas podem ser observadas no gráfico 2:



Gráfico 2: O uso das aprendizagens citadas pelos alunos nas questões 5 e 6.

Observamos, a partir do gráfico, que a aprendizagem mais citada pelos alunos foi a de eliminar alternativas. Eliminar alternativas consiste em ler uma questão objetiva proposta pelo professor, interpretar o enunciado e descartar respostas consideradas inviáveis para responder

à pergunta. A partir dessa primeira seleção, o aluno avalia as alternativas restantes para escolher a resposta da questão proposta. Possivelmente, essa percepção dos alunos sobre uma melhora no desempenho em resolver questões objetivas de avaliações sugere uma relação com o reconhecimento do desenvolvimento de habilidades de leitura/interpretação e seleção/relação de informações, etapas fundamentais na resolução de problemas. Alguns estudantes mencionaram, em seus questionários, que a capacidade de eliminar alternativas inviáveis foi fundamental para seu bom desempenho nas provas do ENEM 2013. Para Pozo (1998, p. 14), “ensinar a resolver problemas não consiste somente de dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta”. Perceber a aprendizagem como um desafio a ser vencido torna-se um passo fundamental para aprender a aprender, tornando o indivíduo autônomo e capaz de buscar as soluções para as situações que enfrenta.

### 5.3.5. Questão 7

A questão 7 procurou avaliar o interesse dos estudantes em aprender por meio da metodologia da ABP. Dentre os motivos de interesse citados, os mais frequentes estão relacionados no gráfico 3:

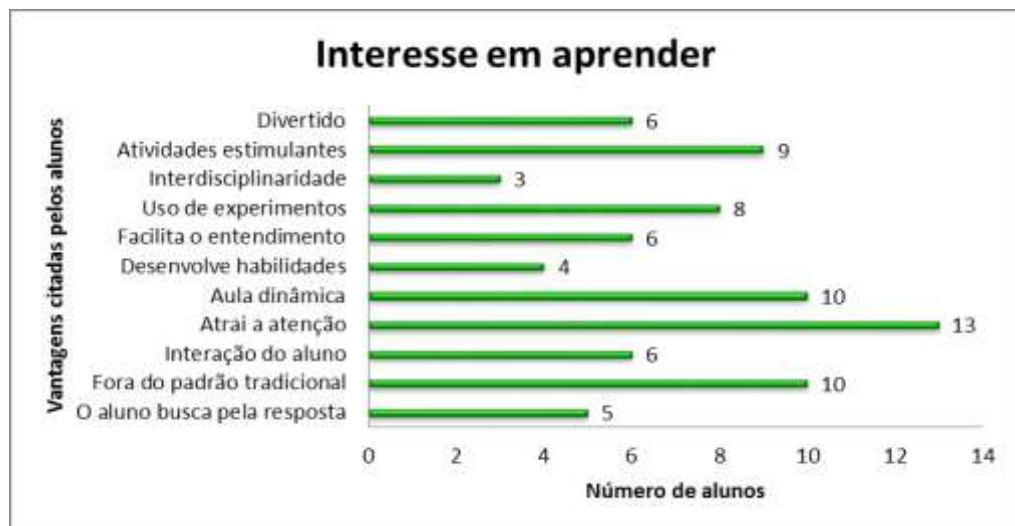


Gráfico 3: As motivações dos alunos em aprender por meio da ABP.

Segundo a percepção do grupo de alunos, seu interesse em aprender foi motivado por aulas “fora do padrão tradicional”, “dinâmicas”, que “atraem a atenção” e são “estimulantes”. Conforme Dewey (1967, p. 112), “obtem-se interesse, exatamente, não se pensando e não se buscando conscientemente consegui-lo, mas, ao invés disso, *promovendo as condições que o*



*produzem*”. Novamente Dewey (1967, p. 62) sustenta a associação de interesse e atenção, alegando que o primeiro seria a única garantia de se obter o segundo, já que, “se conseguirmos interesse para uma série de fatos ou ideias, podemos estar certos de que o aluno empregará todas as suas energias em compreendê-los e assimilá-los”. Diferentemente de uma aula na qual o aluno adquire informações, a atenção e o interesse do aluno são mecanismos fundamentais para uma aula em que se objetiva construir conhecimento, assimilar processos e relacionar informações. A análise do gráfico nos mostra que os alunos se sentem interessados quando as atividades são estimulantes, quando podem interagir entre eles e com o objeto de estudo, fazendo com que percebam o aprendizado como algo divertido, envolvente e desafiador. Assim, acreditamos ter sido possível, por meio das aulas baseadas na metodologia da ABP, proporcionar um ambiente estimulante para aprender e construir conhecimento, possibilitando aos estudantes transformarem a forma como agem sobre a aprendizagem.

#### **5.4. Considerações finais**

É bastante vasta a bibliografia que trata das dificuldades encontradas pelos educadores em suas práticas diárias. No que tange aos processos de ensino-aprendizagem, a diversidade de estratégias e novas metodologias ocupam um importante espaço na bibliografia relacionada à educação. Transformar o aluno em partícipe deste processo reflexivo, contudo, ainda não conquistou o mesmo espaço na literatura especializada. Dentro de uma nova perspectiva metodológica, o aluno deve deixar de ser, unicamente, o alvo das diferentes teorias metodológicas, e sim ser agente ativo do processo. Para Piaget (1998, p. 34):

Se deseja, como necessariamente se faz cada vez mais sentir, formar indivíduos capazes de criar e de trazer progresso à sociedade de amanhã, é claro que uma educação ativa é superior a uma educação consistente apenas para moldar os assuntos do querer pelo já estabelecido e os do saber pelas verdades simplesmente aceitas. Mas, mesmo caso se tenha por objetivo formar espíritos conformistas prontos a trilhar caminhos já traçados das verdades adquiridas o problema implica em determinar se a transmissão das verdades estabelecidas terá mais êxito mediante o procedimento de simples repetição ou mediante uma assimilação mais ativa.

Para uma educação que pretende formar indivíduos que saibam pensar e se posicionar perante os problemas da sociedade e que saibam ser críticos às informações às quais têm acesso, faz-se necessário que sejam estabelecidos métodos ativos para a aprendizagem escolar. Para isso, entendemos que a teoria construtivista visa desenvolver as capacidades reais dos alunos, conforme Pozo & Crespo (2009, p. 20):

A ideia básica do chamado enfoque construtivista é que aprender e ensinar, longe de serem meros processos de repetição e acumulação de conhecimentos, implicam transformar a mente de quem aprende, que deve reconstruir em nível pessoal os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles.

Os resultados deste trabalho sugerem que, no que tange ao aluno, o processo educativo deve se desenvolver de forma dinâmica, com a ruptura do padrão tradicional de ensino e buscando desenvolver a interdisciplinaridade. Esse processo de mudança pode se dar por meio do construtivismo e, como sugere nossa pesquisa, a metodologia da ABP se torna uma aliada no processo de construção de novos caminhos para os processos de ensino-aprendizagem. O professor que age dessa forma, conforme Becker (2012, p. 21), o faz “porque ele acredita, ou melhor, compreende (teoria), que o aluno só aprenderá alguma coisa, isto é, construirá algum conhecimento novo, se ele agir e problematizar a própria ação, apropriar-se dela e de seus mecanismos íntimos”. Como visto neste trabalho, um novo método de ensino pode ser fundamental para mudar a visão dos alunos sobre a aprendizagem e tornar o processo mais estimulante e motivador do interesse do aluno.

A análise dos questionários apresentada neste trabalho sugere que, quando colocados frente a uma nova forma de aprender, os alunos conseguem reconhecer suas capacidades e habilidades, sabendo utilizá-las em novas situações de aprendizagem. Isso mostra que, quando o aluno foi motivado para aprender por meio de um método em que ele é a peça chave da aprendizagem, ele desenvolve o interesse pelos procedimentos e informações que necessita para dar continuidade ao processo, tornando o estudante envolvido. Para Tapia (2005, p. 4):

Às vezes, não é que os alunos não aprendem porque não estão motivados, mas não são motivados porque eles não aprendem, e não aprendem porque sua mentalidade para enfrentar as tarefas é insuficiente, impedindo a experiência satisfatória de sentir que se está progredindo, experiência que ativa a motivação.

Quando os estudantes apresentam dificuldades para aprender, acabam sendo desmotivados para tal processo, fazendo com que cada vez menos tenham interesse no que lhes é ensinado. Tornar os estudantes o foco central do processo de aprendizagem, como faz a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, muda a forma como o aluno encara o processo. Tornar-se agente ativo de sua própria aprendizagem faz com que o estudante tome consciência dos objetivos e dos processos de aprender, e o progresso adquirido acaba sendo sempre um estímulo para continuar buscando novos conhecimentos.

### 5.5. Referências

- ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.
- BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
- CHRISTENSEN, C. M. et al. Introdução. In: \_\_\_\_\_. *Inovação na sala de aula: como a inovação de ruptura muda a forma de aprender*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- DEELMAN, A.; HOEBERIGS, B. A ABP no contexto da Universidade de Maastricht. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.
- DEWEY, J. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. 4. ed. São Paulo: Nacional, 1979.
- \_\_\_\_\_. *Vida e educação*. 6. ed. São Paulo: Melhoramento, 1967.
- GUIMARÃES, S. E. R.; BURUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 17(2), p. 143-150, 2004.
- MARTINELLI, S. de C.; SISTO, F. F. Motivação de estudantes: um estudo com crianças do ensino fundamental. *Avaliação Psicológica*, 9(3), p. 410-420, 2010.
- MORIN, E.; ALMEIDA, M. da C. de; CARVALHO, E. de A. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- PIAGET, J. A educação da liberdade. (1945). In: PARRAT-DAYAN, S.; TRYPHON, A. (org.). *Sobre a pedagogia – Textos inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Psicologia e pedagogia*. 1. ed. 9. reimp. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1998.
- POZO, J. I. (org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- \_\_\_\_\_; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- TAPIA, J. A. *Motivación para el aprendizaje: las perspectivas de los alumnos*. Ministerio de Educación y Ciencia. La educación escolar en centros educativos. Madri: MEC, 2005.

## **6. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO MÉDIO COMO FERRAMENTA PARA A CONSTRUÇÃO DE HABILIDADES NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA**

*Daniela Bonzanini de Lima, Lauren Martins Valentim*

### Resumo

A sociedade da informação exige uma mudança nos tradicionais métodos de ensino para que possamos desenvolver cidadãos atuantes sobre as informações que recebem pelos diversos meios de comunicação a que estão expostos. Para que se possa ir além das informações e construir conhecimentos, percebemos a necessidade de desenvolver habilidades para a resolução de problemas em nossos estudantes. Dessa forma, percebemos, na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma boa ferramenta de ensino-aprendizagem que insere os estudantes na construção de seus conhecimentos, desenvolvendo atitudes autônomas para a aprendizagem em sala de aula. Este trabalho tem como objetivo verificar o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas em um grupo de estudantes do Ensino Médio por meio da metodologia da ABP.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; ensino-aprendizagem; habilidades.

### Abstract

Information society requires changes in traditional teaching methods so that we can develop citizens that act on the information delivered by many media. To be able to go beyond information and build knowledge, we need to work on developing problem solving skills in our students. Thus, we see the Problem-Based Learning (PBL) as a good teaching and learning tool that guides students in building their knowledge, developing autonomous attitudes to learning. This work aims to assess the development of problem solving skills in a group of school students through Problem-Based Learning.

Keywords: Problem-Based Learning; teaching and learning; skills.

### **6.1. Introdução**

O processo de ensino-aprendizagem baseado no modelo tradicional, na aquisição e memorização de conhecimentos, tem sido cada vez mais relativizado e questionado por estudiosos da área educacional, basta ver os inúmeros trabalhos (Carvalho, 2013; Becker, 2012; Vogt, 2010) que nos mostram claramente que mudanças nas metodologias de ensino são, não só possíveis, mas também extremamente necessárias para que o ensino escolar acompanhe as mudanças que ocorrem na chamada “sociedade da informação/conhecimento”. Para alguns autores (Coutinho & Lisbôa, 2011; Cruz, 2008; Hargreaves, 2003), a sociedade da informação/conhecimento é caracterizada pela abundância de meios de comunicação, de tecnologias e informação, provenientes do mundo globalizado em que nos encontramos.

Dessa forma, criaram-se novas maneiras de aprender e, com elas, vieram novos problemas de aprendizagem, visto que nem toda informação que chega aos estudantes se transforma realmente em conhecimento. Para Pozo & Crespo (2009):

Na sociedade da informação a escola não é mais a primeira fonte – às vezes sequer é a principal – de conhecimento para os alunos em muitos domínios. Atualmente, são muito poucos os “furos” informativos reservados à escola. Os alunos, como todos nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa; nem sequer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes do que os utilizados na escola, procura por eles.

O desafio dos educadores, nesta sociedade, é fazer com que os estudantes construam conhecimentos a partir das informações que recebem por todos os meios, visto que a simples aquisição de informações não constitui um saber se não for acompanhada da compreensão dos seus significados e contextos. Conforme Cruz (2008):

É importante destacar também a necessidade de se saber processar informação, mesmo porque ela, por si, não implica conhecimento, importa mais a capacidade reflexiva e crítica que o indivíduo é capaz de desenvolver ante o conteúdo que ela traz. Informação, sem uma mente que a analise, que a reflita, que a compreenda e que a use adequadamente, é inútil para o crescimento intelectual do sujeito. A capacidade reflexiva do aluno é elemento essencial para o discernimento do conhecimento, já que é ela que o torna capaz de interpretar, comparar, ponderar e integrar as informações.

Piaget (1945) já afirmava que era “preciso ensinar os alunos a pensar” e também que “conhecimento deriva da ação” (1998). Assim, defendemos que, nesta sociedade atual, os alunos devem aprender a questionar, muito mais do que dar respostas prontas. O uso de metodologias que buscam desenvolver a autonomia de pensamento do aluno tem se tornado alvo constante das pesquisas na área educacional, a ideia de novos métodos de aprendizagem que estimulem os estudantes a pensar está sendo defendida como uma alternativa ao ensino tradicional. Assim, alguns métodos de ensino buscam desenvolver as capacidades intelectuais dos alunos a fim de promover uma educação centrada na aquisição de habilidades que levem o aluno a construir o conhecimento e não apenas memorizar e repetir informações.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é um dos métodos de ensino que leva os estudantes a pensar. A partir de problemas que podem ser trazidos tanto pelos alunos quanto instigados pelo professor, os estudantes deverão agrupar conhecimentos prévios e informações contidas na situação dada para iniciar a busca por novas informações e

estratégias que os levarão a experimentar novas situações de aprendizagem, que resultarão em conhecimento, construção de habilidades e autonomia cognitiva.

O método prioriza o “aprender a aprender”. Um problema é apresentado, identificado e discutido e, a partir daí, são estabelecidos os objetivos de aprendizado. Nessa tentativa de fundamentação, inicia-se o levantamento de dados que, são analisados e discutidos pelo grupo. Hipóteses para solucionar o problema são elaboradas, regressando ao plano da realidade prática na tentativa de verificar se as hipóteses levantadas podem ou não ser comprovadas. Esse modelo de aprendizagem trabalha, essencialmente, com a construção de conhecimentos a partir dos desafios. (Simas & Vasconcelos, 2010)

Dessa forma, o pensamento do aluno é estimulado, visto que ele deve buscar as condições necessárias para aprender, deve compreender o que precisa para ir além. Assim, enfrentando o desafio e todas as suas etapas, o estudante deverá encontrar, da sua maneira, o melhor jeito de construir os esquemas mentais necessários para a construção do conhecimento. Para Piaget (1961 *apud* Becker, 2012), “o esquema de uma ação é, por definição, o conjunto estruturado dos caracteres generalizáveis desta ação, isto é, dos que permitem repetir a mesma ação ou aplicá-la a novos conteúdos”. Esses esquemas construídos pelos estudantes permitirão que eles assimilem o conhecimento e consigam utilizá-lo em novas situações.

Na metodologia da ABP, os estudantes atuam em pequenos grupos, o que facilita a troca de informações e conhecimentos entre eles e propicia uma situação de aprendizagem que favorece a construção de habilidades. Segundo Deelman & Hoerberigs (2009), “os fatores sociais também influenciam no processo de aprendizagem. O trabalho colaborativo, em pequenos grupos expõe os alunos a vários pontos de vista sobre determinado assunto. No debate, o aluno pratica habilidades de resolução de problemas e evoca os conceitos aprendidos”. A construção de habilidades permite aos estudantes mais do que simplesmente aprender conteúdos, permite que eles desenvolvam capacidades que utilizarão em diversas outras situações, as quais deverão interpretar e compreender as diversas informações às quais têm acesso diariamente. Nesse sentido, entendemos a metodologia da ABP como uma ferramenta que busca desenvolver diversas competências, entre elas, a de resolução de problemas.

O entendimento dos conceitos de competência e habilidade é muito amplo e diversificado entre os autores. Para este trabalho, utilizamos os conceitos de Perrenoud (1999, 2013), Zabala & Arnau (2010) e Sacristán *et. al.* (2011), resumido na fala de Perrenoud (2013, p. 45), que define competência como “o produto de uma aprendizagem e, ao mesmo tempo, como fundamento da ação humana. [...] [...] a competência é o poder de agir com

eficácia em uma situação, mobilizando e combinando, em tempo real e de modo pertinente, os recursos intelectuais e emocionais”. Ainda Perrenoud (1999, p. 26) explica o conceito de habilidade: “A partir do momento em que ele (o aluno) fizer ‘o que deve ser feito’ sem querer pensar, pois já o fez, não se fala mais em competências, mas sim em habilidades ou hábitos. No meu entender, estes últimos fazem parte da competência”. Também em Perrenoud, (2013, p. 49) temos uma diferenciação bastante importante e pertinente para a compreensão destes termos para este trabalho:

Proponho que falemos de competência quando se tratar do domínio global de uma situação, e de habilidades no caso do domínio de uma operação específica que, sozinha, não seria suficiente para enfrentar um conjunto de parâmetros a serem geridos. Assim as competências estão relacionadas a um conjunto de situações, e as habilidades a operações ou esquemas que podem funcionar como recursos a serviço de múltiplas competências.

Nesse sentido, para que o estudante desenvolva a competência global de resolver problemas, ele deverá construir diversas habilidades (operações específicas) ao longo das aprendizagens por meio desse método. O entendimento de que o processo de aprendizagem do aluno deve ser o foco do professor faz com que se queira buscar alternativas de ensino que construam atitudes de aprendizagem mais do que os conteúdos em si. Conforme Becker (2012):

A docência está habituada à prática de um ensino de resultados – ensino de resultado de pesquisas, científicas ou tecnológicas, e não da metodologia de pesquisa que levou a esses resultados; resultado de cálculo e não do processo de confecção desse cálculo; em uma palavra, resultados em forma de notas ou conceitos e não do processo de aprendizagem, é preciso ir além. É preciso compreender o “aprender a aprender”.

Entendemos que os conhecimentos adquiridos dessa forma não serão apenas memorizados, mas sim compreendidos e assimilados pelos estudantes, permitindo que façam uso dessas aprendizagens em situações posteriores. Assim, pretendemos, com este trabalho, verificar a construção de habilidades para resolução de problemas em um grupo de alunos do Ensino Médio pela aplicação da metodologia de ensino-aprendizagem da ABP.

## **6.2. Metodologia**

Em 2013, foram utilizadas 10 atividades (anexos 4 a 12) baseadas na metodologia da ABP com duas turmas do 2º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFRGS. A primeira atividade de investigação ocorreu em abril e a última, em dezembro de 2013. As

atividades utilizadas para esta pesquisa foram adaptadas do livro *Biological Inquiry: a Workbook of Investigative Cases* (Reece et al., 2010) e dos sites “CASES Online” (disponível em: [www.cse.emory.edu/cases](http://www.cse.emory.edu/cases)), “ICBL – Investigative Case-Based learning” (disponível em: [www.bioquest.org/icbl](http://www.bioquest.org/icbl)) e “National Center for Case Study Teaching in Science” (disponível em: <http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/>). Neste trabalho, apresentamos os resultados de três formas de pesquisa: observações do tipo pesquisa participante (análise qualitativa), análise de conteúdo (qualitativa) e análise quantitativa por porcentagem. Durante as aulas, os estudantes reuniam-se em grupos de cinco ou seis componentes e recebiam uma atividade, na qual deveriam, primeiramente, identificar o problema proposto. Em seguida, eles deveriam selecionar as informações contidas no material, relacionar essas informações com seus conhecimentos prévios e propor uma hipótese para a solução do problema. Na próxima etapa, deveriam propor experimentos ou outras formas de buscar informações importantes que não estivessem explícitas no material e, finalmente, construir a solução para o problema proposto. Esses passos realizados na investigação foram utilizados como categorias de análise para verificação das habilidades desenvolvidas, conforme será descrito posteriormente.

A maior parte das atividades utilizadas neste trabalho foi realizada nas aulas de período compartilhado, que consiste em uma hora/aula semanal na qual os professores de Biologia e Química da turma entram juntos em sala, trabalhando de forma interdisciplinar. Para interdisciplinaridade, compreende-se o termo conceituado por Fortes (2009):

Essa temática é compreendida como uma forma de trabalhar em sala de aula, no qual se propõe um tema com abordagens em diferentes disciplinas. É compreender, entender as partes de ligação entre as diferentes áreas de conhecimento, unindo-se para transpor algo inovador, abrir sabedorias, resgatar possibilidades e ultrapassar o pensar fragmentado. É a busca constante de investigação, na tentativa de superação do saber.

Além das aulas compartilhadas, as aulas regulares da disciplina de Biologia também buscavam instigar os alunos a questionar, utilizando atividades e exercícios que os estimulavam a refletir sobre o conhecimento a ser construído, fazendo relações entre os conteúdos e entre estes e sua vida diária. Esta forma de trabalhar em sala de aula reforça ainda mais o trabalho feito por meio da metodologia da ABP, inserindo o “aprender a aprender” no cotidiano escolar e não somente nas aulas diferenciadas do período compartilhado.

Nas aulas do período compartilhado, as autoras entravam juntas em sala de aula. Durante as aulas, foram realizadas observações e conversas diretas com os alunos, realizando-



se a tutoria das atividades e registrando-se as observações feitas pelos estudantes ao longo do processo.

Usada como principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta, a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, o que apresenta uma série de vantagens. A experiência direta é sem dúvida o melhor teste de verificação da ocorrência de determinado fenômeno. “Ver para crer”, diz o ditado popular. (Lüdke & André, 2013)

Essas observações foram utilizadas para a análise qualitativa do desenvolvimento desses estudantes ao longo do ano de 2013, permitindo a comparação das observações obtidas pelo contato direto com os estudantes e a análise do material escrito produzido por meio dos relatórios de atividade. O tipo de observação utilizada foi do tipo pesquisa participante, que pode ser descrita segundo Prodanov & Freitas (2013):

Está direcionada à união entre conhecimento e ação, visto que a prática (ação) é um componente essencial também do processo de conhecimento e de intervenção na realidade. Isso porque, à medida que a ação acontece, descobrimos novos problemas antes não pensados, cuja análise e consequente resolução também sofrem modificações.

Dessa forma, conforme as atividades ocorriam e eram realizadas as observações, podíamos guiar as atividades seguintes para uma melhor obtenção e compreensão dos resultados. Em cada aula, os estudantes deveriam entregar esses relatórios, destacando os passos que haviam feito para chegar à conclusão do problema apresentado. Esse material foi utilizado na análise do desenvolvimento de habilidades para resolução de problemas. Para esta parte do trabalho, utilizou-se a metodologia de análise de conteúdo baseada em Bardin (2011) e Moraes (1999). Para Moraes (1999):

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum.

Dessa forma, os documentos produzidos pelos estudantes foram analisados e as respostas colocadas em categorias, de forma que se pudesse verificar a construção das habilidades previstas para cada investigação. Cada atividade exigia diferentes habilidades relacionadas à resolução de problemas, tais como:

- Seleção das informações;

- Relação das informações;
- Interpretação das informações apresentadas de diferentes formas;
- Formulação de hipótese;
- Busca de estratégias para a resolução do problema;
- Análise da viabilidade da solução encontrada.

A escolha dessas habilidades foi feita a partir dos indicativos de Pozo (1998), Pozo & Crespo (2009) e Zabala & Arnau (2010), que citavam as habilidades necessárias para a resolução de problemas, baseadas no método científico. Assim, a categorização facilitou a análise do material dos alunos, permitindo a inferência da construção ou não dessas habilidades desejadas e a realização de uma análise tanto quantitativa quanto qualitativa. A análise quantitativa foi realizada conforme Marsiglia (2007), na qual utilizamos os métodos de tabulação e distribuição de frequências absolutas (números) que foram apresentados aqui na forma de frequência relativa (porcentagem), os números em porcentagens correspondem ao percentual de alunos que atingiam as categorias entre os presentes em cada aula, e não ao total de alunos do grupo, pois sempre havia faltas. Os dados foram traduzidos para gráficos para melhor visualização dos resultados.

### **6.3. Resultados e discussões**

Antes de iniciarmos a discussão dos resultados, é importante que façamos uma apresentação do grupo de alunos observados, bem como uma breve descrição dos envolvidos nas aulas e do local onde a pesquisa foi realizada. O Colégio de Aplicação (CAp) da UFRGS está localizado na cidade de Porto Alegre/RS, em uma área mais afastada do centro, no Morro Santana. O CAp está situado junto ao Campus do Vale da UFRGS, o que possibilita a troca de atividades do Colégio com a Universidade. A importância do CAp para a Universidade e para a sociedade pode ser traduzida nas palavras de Schütz (1994):

Ao longo desses anos, o Colégio de Aplicação vem desenvolvendo novas propostas pedagógicas, sendo pioneiro, no trabalho com classes experimentais, conselho de classe, conselho de classe participativo [...]. Além disso, é também responsável pela formação inicial (estágios) e continuada de professores. O Colégio constitui-se em um centro de investigação educacional que atende objetivos de um saber reflexivo consonante com as necessidades da sociedade em que está inserido.

Sendo assim, o CAp atua como uma referência importante no que tange ao desenvolvimento educacional na Universidade, pois é um local aberto às pesquisas da área e que constantemente renova suas práticas educativas para fins de investigação e melhoramento do ensino básico.

Para o presente estudo, utilizamos as duas turmas de 2º ano do Ensino Médio, turmas de responsabilidade da professora orientadora deste trabalho, somando um total de 63 alunos. Uma das turmas apresentava comportamento menos participativo, alunos mais quietos e introvertidos. A outra era mais ativa, os alunos conversavam mais durante as aulas, mas também eram mais envolvidos com as atividades. Apesar das características de comportamento, as turmas não apresentaram diferenças entre elas no que diz respeito aos resultados da análise do material deste trabalho. Em função disso, as duas turmas foram analisadas juntas e o material produzido pelos alunos foi estudado sem distinção de turma.

De forma regular, na grade horária da escola, as turmas tinham um período semanal em que a aula era compartilhada entre as disciplinas de Química e Biologia. A maior parte das atividades utilizadas neste trabalho foi realizada durante os períodos compartilhados no laboratório de ciências da escola, possibilitando atividades experimentais. Nessas aulas, as atividades eram realizadas pelas professoras de Química e Biologia, juntamente com a mestrande e uma aluna da graduação de Ciências Biológicas, bolsista de Iniciação Científica. Como os estudantes preparavam um relatório por grupo, a análise dos dados obtidos a partir dos relatórios foi feita utilizando o grupo como um todo, e não cada aluno individualmente.

Os relatos a seguir são resultado das observações realizadas pela estudante de mestrado e pela aluna da graduação. Nestes relatos, buscamos identificar as atitudes dos alunos frente às atividades: suas falas, suas dúvidas e seus comportamentos. Juntamente com as observações de cada aula, apresentamos os resultados da análise de conteúdo dos relatórios que eram entregues pelos estudantes a cada atividade. Nos gráficos, apresentamos os dados classificados nas categorias de acordo com as habilidades desenvolvidas. A análise da construção de habilidades feita a partir dos relatórios dos estudantes foi dividida em “Atingiu”, “Atingiu parcialmente” e “Não atingiu”. A cada atividade, as habilidades utilizadas eram previamente selecionadas para fins de análise posterior, conforme descrito a seguir. Como já descrito anteriormente, os dados dos gráficos das atividades apresentam o número de alunos para cada categoria e os dois últimos gráficos, que fazem uma análise geral das atividades, foram demonstrados na forma de porcentagens, a fim de corrigir variações no número total de alunos em cada aula, em função de faltas, e para que pudéssemos fazer uma análise comparativa entre as atividades realizadas.

## **6.4. Relatos das observações e discussão dos resultados da análise de conteúdo**

### **6.4.1. Atividade 1 – As bruxas de Salém**

A atividade das Bruxas de Salém constituiu-se no primeiro contato dos alunos com a metodologia da ABP. Nessa aula, tivemos 59 alunos participantes. O caso proposto para investigação consistia na história das “Bruxas de Salém”, e na atividade os estudantes recebiam um texto e um material de apoio inserido no texto, composto de tabelas, imagens e perguntas. Após a leitura do texto, pedimos aos alunos que sugerissem encaminhamentos para a próxima etapa da atividade. Alguns alunos salientaram não saber o que fazer e outros sugeriram responder às perguntas do texto. Inicialmente, todos os alunos alegaram não saber qual problema deveriam resolver. As professoras então orientaram os estudantes a reler o texto, buscando identificar o problema. Em seguida, eles destacaram trechos que consideraram importantes na história. A partir deste segundo contato com o material, os estudantes apontaram que o objetivo da atividade seria determinar o que havia acontecido em Salém, na ocasião dos incidentes com bruxaria relatados pela história. Salientaram também não saber como poderiam iniciar sua investigação. As professoras orientadoras expuseram aos alunos como funcionava a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas e quais seriam as etapas necessárias para a identificação e resolução de um problema:

1. Identificar o problema e destacar claramente o que deve ser resolvido.
2. Destacar fatos e dados que possam estar relacionados ao problema, prestando atenção em detalhes que nem sempre parecem ser relevantes.
3. Relacionar os dados selecionados com o problema a ser resolvido.
4. Organizar as informações.
5. Formular hipóteses para a solução do problema e buscar estratégias para testá-las.
6. Coletar dados e construir uma resposta, atentando para a viabilidade da solução encontrada.

A partir das orientações, os alunos conseguiram se organizar para seguir com a tarefa. Ao longo desta primeira atividade, fomos questionando os estudantes, auxiliando-os e orientando-os por meio de perguntas. Por exemplo: Como era a alimentação naquela época? Como era o clima? Os sintomas apresentados se parecem com quais outros sintomas? Desta forma, os alunos foram respondendo e entendendo a ideia da proposta. A cada resposta, surgiam mais novidades e eles perceberam que a comunicação entre o grupo era importante, pois cada um tem um conhecimento prévio para colaborar com a resolução.

Nesta aula, buscamos introduzir o método para os alunos, além de a atividade servir como parâmetro de comparação inicial de desenvolvimento das habilidades no grupo de alunos. Os resultados obtidos nos mostram que poucos grupos conseguiram desenvolver os passos listados para a resolução de problemas, e aqueles que conseguiram supor hipóteses as fizeram durante o momento que os auxiliamos com as perguntas, demonstrando pouca autonomia na resolução do problema. O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos na análise documental dos relatórios dos alunos. Destacamos a similaridade dos resultados obtidos a partir dos dois tipos de análise realizados:

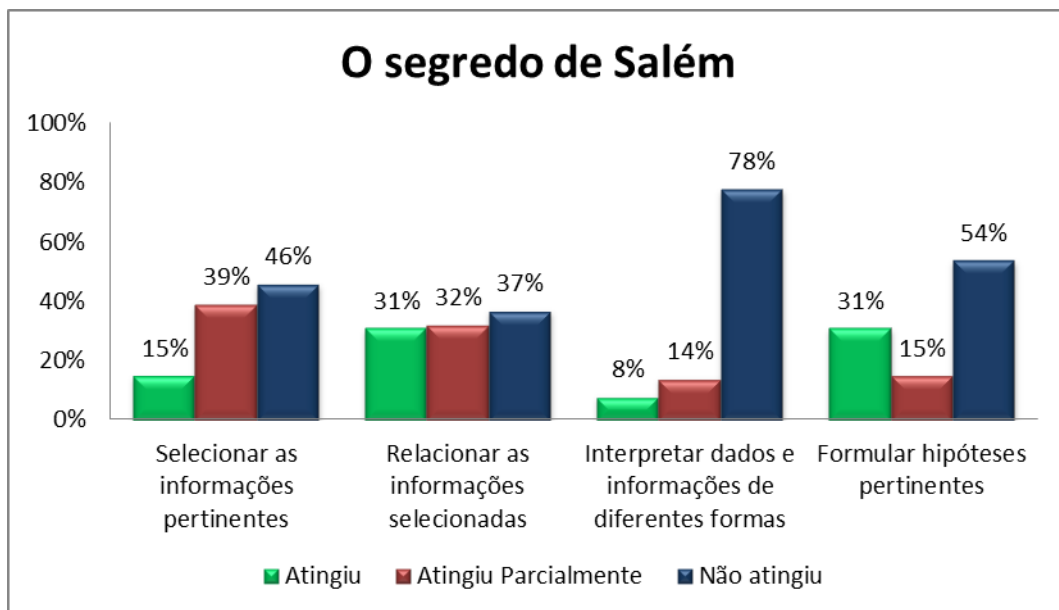


Gráfico 1: Desempenho dos estudantes na atividade 1.

O gráfico mostra um alto índice de “Não atingiu” para as habilidades avaliadas. Na primeira habilidade do gráfico, “Selecionar informações”, percebemos que poucos alunos conseguiram fazer de forma satisfatória. Destacamos algumas informações do texto que deveriam constar nas seleções dos alunos, pois eram fundamentais para a resolução da questão:

“Suas contorções se transformavam em crises convulsivas...”;

“Outras garotas do círculo de amizade começaram a sentir as mesmas coisas”;

“Terras cultiváveis e ricas eram escassas, para obter qualquer tipo de alimento era necessário um trabalho físico extenuante”;

“A dieta era pobre, deficiente em nutrientes e vitaminas essenciais”;

“Inverno rigoroso, primavera chuvosa...”;

“Esta situação obrigou os agricultores a utilizar terras pantanosas, arenosas e marginalizadas para a produção de centeio”;

“Conflito dos ricos com os pobres...”;

“Fervorosamente religiosos...”.

Além dos trechos do texto, a atividade também fornecia dados sobre comportamentos coletivos, casos de histeria em massa e tabelas com dados sobre acontecimentos semelhantes. Poucos estudantes utilizaram ou selecionaram informações contidas nas imagens e tabelas do material. Como ilustração, citamos algumas informações do texto que foram selecionadas pelos estudantes:

“Elas estão enfeitiçadas...”;

“Ela matou o bebê da senhora Betty com aqueles olhos maus”;

“Eu vejo seu espírito aqui, agora”;

“Estou queimando, me ajudem...”;

“O ano entre 1691-1692 não foi particularmente bom para os puritanos”.

Após analisar o material, percebemos que os alunos destacaram passagens que achavam interessantes ou curiosas, mas que não eram relevantes para a solução do problema. Além disso, muitos grupos não destacaram nenhuma informação no texto, o que impossibilitou uma avaliação clara desta habilidade.

Na análise da habilidade de “Relacionar as informações selecionadas”, percebemos que, apesar de poucos alunos selecionarem informações relevantes, as relações que eles fizeram foram mais pertinentes. O que pode ter ocorrido é que muitos estudantes não se preocuparam em marcar as informações no texto, mas as utilizaram para as habilidades seguintes, o que teria dificultado a análise sobre a seleção das informações. Outra hipótese é que esses estudantes podem ter chegado às relações apenas depois que a conversa se abriu para o grande grupo, iniciando suas atividades a partir das relações.

Na terceira habilidade, “Interpretar dados e informações de diferentes formas”, percebemos que poucos alunos utilizaram as informações disponíveis em formatos diferenciados (imagens e tabelas), sugerindo pouca familiaridade dos estudantes com esse tipo de informação. Esse resultado nos aponta uma fragilidade no conhecimento dos estudantes sobre as linguagens da Ciência, pois conforme Carvalho (2013): “A linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções”. Dessa forma, os alunos

devem estar preparados para compreenderem as informações contidas em materiais que vão além das palavras.

Ao “Formular hipóteses pertinentes”, observamos que alguns alunos foram capazes de fazê-las, mas que a maioria não conseguiu construir ideias que pudessem sugerir uma resposta para o problema, mesmo sendo orientados pelas professoras. Cabe salientar que os alunos que selecionaram as informações pertinentes no texto correspondem aos que conseguiram propor melhores hipóteses. Os dados obtidos com a primeira atividade sugerem que a maioria dos alunos apresentou grande dificuldade em realizar a atividade proposta e, como mostrado no gráfico, não construíram as habilidades de resolução de problemas ao longo de sua vida escolar. Essas habilidades são construídas conforme os estudantes vivenciam experiências que proporcionem uma atuação deles sobre o objeto, dessa forma, os resultados apresentados no gráfico indicam que os estudantes não experimentaram atividades com materiais que os incentivassem a pensar, raciocinar, criar e discutir sobre suas ideias, pois os dados são bastante baixos para um grupo do ensino médio. Os dados iniciais nos servem como balizadores para a avaliação da construção das habilidades trabalhadas por meio da metodologia da ABP ao longo do ano letivo, pois sendo essa a primeira atividade, se houver melhora nesses dados, indica que foram construídos pelas atividades propostas.

#### **6.4.2. Atividade 2 – O que aconteceu com o meu carro?**

A partir desta atividade, os alunos foram organizados em grupos de cinco componentes. Foram 62 alunos participantes. Ao serem questionados sobre o primeiro passo da investigação, alguns alunos responderam que deveriam identificar o problema a ser resolvido. Eles foram então orientados a ler o material e destacar as informações que consideravam importantes.

Durante a análise do material, um dos grupos fez alguns questionamentos pertinentes, como: “A glicerina faz menos bolhas do que o sabão? O sol influencia na glicerina?”. Outro grupo questionou: “Sabão misturado com glicerina mancha?”.

Após algum tempo, perguntamos se os grupos já haviam feito suas anotações e se poderíamos continuar a atividade. Iniciamos então o levantamento das informações destacadas pelos grupos:

- Frascos diferentes
- Glicerina
- Bolhas de tamanhos diferentes

- Nome dos envolvidos
- Superfícies diferentes
- Acontecimento antes do meio dia

A professora perguntou, em seguida, o que eles sugeriam fazer a partir dali. Ainda bastante inseguros ao realizar esta segunda atividade, as orientadoras enumeraram com os alunos os passos de uma investigação:

1. Coleta de dados (de todos os tipos);
2. Análise dos dados;
3. Relação das informações;
4. Sugestão de hipóteses;
5. Testes para comprovar ou refutar as hipóteses sugeridas.

Apontamos aos alunos que eles já haviam realizado as duas primeiras etapas e que deveriam agora organizar as informações para elencar quais outros dados deveriam buscar. Após a discussão com os colegas, os grupos destacaram:

- verificar as digitais nos frascos;
- entrevistar os envolvidos e testemunhas;
- fazer análise dos frascos para ver quais têm glicerina;
- comparar as bolhas com novas bolhas de sabão e glicerina;
- verificar o efeito do sol sobre as bolhas.

Um dos alunos questionou sobre a possibilidade de encontrar uma solução, já que, segundo ele, não seria possível realizar todos os testes necessários. Neste momento, as orientadoras entrevistaram e explicaram aos alunos que o material poderia ser disponibilizado a eles para que realizassem os experimentos. De acordo com a orientação da metodologia da ABP, os estudantes devem, sozinhos, planejar os experimentos necessários para a resolução do problema. Em função disso, a informação sobre a existência do material experimental não foi divulgada aos alunos previamente.

Na segunda aula destinada a esse caso de investigação, os alunos chegaram bastante empolgados e animados com os testes que poderiam fazer. Solicitamos que eles sentassem com o mesmo grupo da aula anterior para a continuidade da atividade. Retomamos, então, quais informações eles ainda necessitavam. Os alunos listaram novamente o que precisavam e então distribuímos aos grupos o que eles julgavam necessário para levantar novos dados. Os estudantes realizaram então os testes com diferentes frascos contendo um preparado com



sabão, água e glicerina. Os testes foram realizados a partir da medida do diâmetro das bolhas de sabão e da observação das características de cada bolha, como durabilidade e quantidade de resíduos deixada pela bolha. Como resultado final, concluíram que o líquido contido no frasco de número quatro seria o responsável pelas bolhas de sabão no carro do diretor, já que produzia bolhas maiores e com mais resíduo.

A partir desta descoberta, os alunos iniciaram uma nova etapa da investigação, com o objetivo de descobrir a quem pertencia o frasco quatro. A partir da coleta de impressões digitais do frasco, os alunos compararam a amostra com as impressões digitais dos suspeitos que apareciam na história (fornecidas pela professora) e chegaram à resolução da situação problema. Essa aula foi bastante importante para o encaminhamento das demais atividades, pois nela os estudantes realizaram seu primeiro planejamento de atividade experimental, o que contribuiu sobremaneira na condução das investigações subsequentes.

O gráfico a seguir mostra os resultados da análise dos dados dos relatórios de atividade:

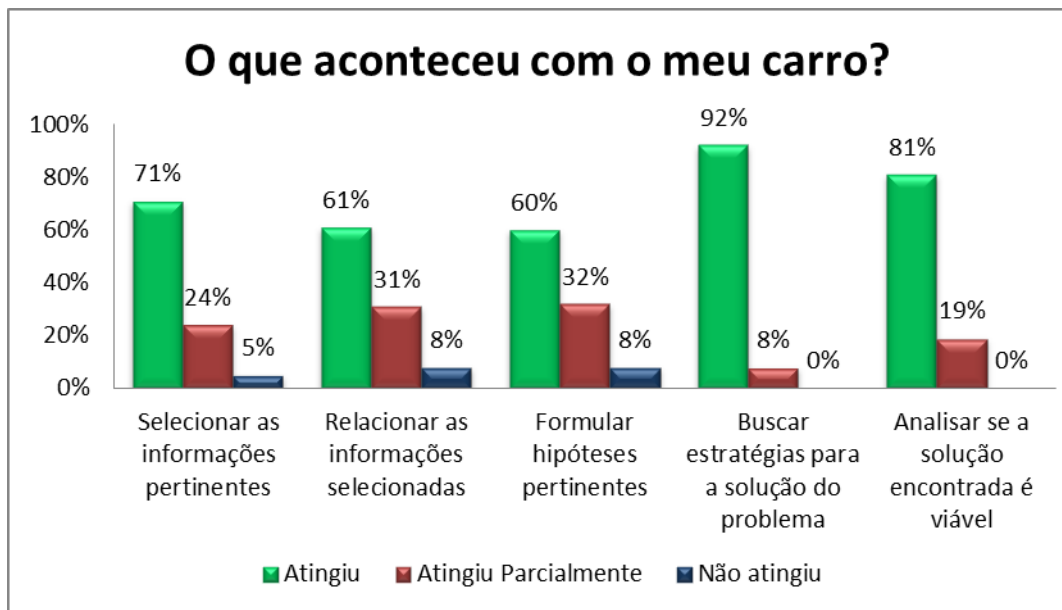


Gráfico 2: Desempenho dos estudantes na atividade 2.

O gráfico 2 mostra uma diferença muito grande no número de alunos que não atingiu as habilidades propostas quando comparado ao gráfico da atividade anterior. Em função de esta ter sido a primeira atividade de cunho experimental e a segunda atividade baseada na metodologia da ABP de que os alunos participavam, ainda foi necessária uma intervenção grande das orientadoras no sentido de auxiliar os alunos na sequência da investigação. A

explicação, a tutoria e os esclarecimentos foram fundamentais nos primeiros momentos de contato dos estudantes com uma metodologia diferenciada.

A habilidade de “Selecionar as informações pertinentes” se mostrou bem mais satisfatória quando comparada com a primeira aula, sugerindo uma melhor compreensão dos estudantes quanto à identificação do problema proposto e os motivos de selecionar informações pertinentes. Observamos uma maior clareza dos alunos no que diz respeito ao reconhecimento das partes fundamentais da história. Seguem alguns exemplos de trechos selecionados pelos alunos:

“Vários frascos diferentes cheios de sabão”;

“Alguns estudantes viram a Carol, o João, o Zezinho e a Ana soprando bolhas durante o almoço”;

“Uma amostra da solução foi recolhida... os resultados mostraram que a solução era glicerina”;

“Manchas grandes de bolhas no carro... na calçada eram bem menores”.

O gráfico apresenta resultados bastante semelhantes para a segunda e terceira habilidades analisadas: “Relacionar as informações selecionadas” e “Formular hipóteses pertinentes”. Somente após terem feito a seleção inicial de informações, os alunos perceberam a possibilidade de realizar experimentos, o que pode ter incentivado os estudantes a fazer as relações necessárias a fim de formular uma hipótese para então propor um experimento que pudesse comprovar as expectativas vindas das relações obtidas. Quando comparamos os dados relativos à seleção de informações e às duas próximas habilidades (relação de informações e formulação de hipóteses), podemos perceber uma maior clareza dos alunos nas duas últimas, quando já sabiam da possibilidade de experimentação, pois o fato de poderem testar e manipular estimula os estudantes a participar por que modifica o cenário comum a que estão acostumados.

Dois resultados do gráfico se mostraram bastante satisfatórios: “Buscar estratégias para a resolução do problema” e “Analisar se a solução encontrada é viável”. Atribuímos esses resultados, novamente, à descoberta de que eles poderiam fazer testes, o que facilitou para os estudantes pensar em estratégias mais práticas e mais concretas, explorando novas possibilidades de solução. Analisando juntamente o resultado obtido através das observações, vemos que a experimentação é algo bastante estimulante para os estudantes, quando colocados frente a um experimento, a tendência é que a postura e a atenção deles se modifiquem, tornando-os mais focados e motivados. Conforme Pozo e Crespo (2009)

“Queixamo-nos que os alunos são passivos, mas praticamente não lhes deixamos espaços de participação autônoma”. Assim, estamos tendo alguns indicativos de que quando esses espaços são dados aos alunos, eles deixam de ser passivos perante as atividades.

Esses resultados nos mostraram uma mudança de postura dos alunos frente à atividade. A possibilidade de experimentar, de “botar a mão na massa”, produziu estudantes completamente envolvidos, atentos e motivados. Quando puderam entrar em contato com o material “da cena do crime”, como eles dizem, deixaram de ser espectadores para se tornarem protagonistas da situação, percebendo-se como peças fundamentais para a conclusão daquele caso.

#### **6.4.3. Atividade 3 – Extração de DNA de morango**

A atividade de extração de DNA de morango teve um caráter bastante experimental e, ao final, o relatório deveria responder a uma série de perguntas envolvendo o processo realizado para extração do DNA. Nessa prática, tivemos 60 alunos. Cada grupo recebeu um roteiro de extração de DNA e o material disponível. Ao longo do desenvolvimento da atividade, os grupos trabalharam de forma bastante envolvida e trocaram experiências uns com os outros, comparando os resultados obtidos durante o processo. Ao final dos procedimentos do roteiro, os estudantes mostraram-se impressionados com a massa branca visível nos tubos de ensaio, que correspondia ao DNA. Vários comentários surgiram a respeito do resultado do experimento, como: “Nossa, que legal!”; “será que isso é o DNA?”; “isso é um DNA só?”. Solicitamos que os grupos anotassem suas dúvidas e todas as ideias que estavam surgindo. Em seguida, os alunos responderam às perguntas que haviam sido entregues junto com a atividade.

Essa atividade, apesar de ser uma aula prática de caráter mais tradicional do que as atividades anteriores, levou os alunos a questionar sua prática e compreender os fenômenos envolvidos no processo de extração do DNA do morango. Observamos alunos bastante envolvidos e questionadores, com uma clara mudança de postura frente a uma atividade prática. Não bastava realizar a atividade, eles precisariam pensar sobre ela e refletir sobre o que estavam fazendo. O simples fato de deslocar os estudantes de meros observadores do experimento e colocá-los a realizar os procedimentos fez com que a relação deles com a aula fosse modificada, tornando-os mais envolvidos e interessados no que estavam fazendo.

Vemos, assim, que essa atividade foi bastante válida para este trabalho e os dados apontados na análise dos relatórios confirmou as nossas expectativas de envolvimento dos alunos. O gráfico seguinte nos mostra resultados bastante interessantes desta atividade:

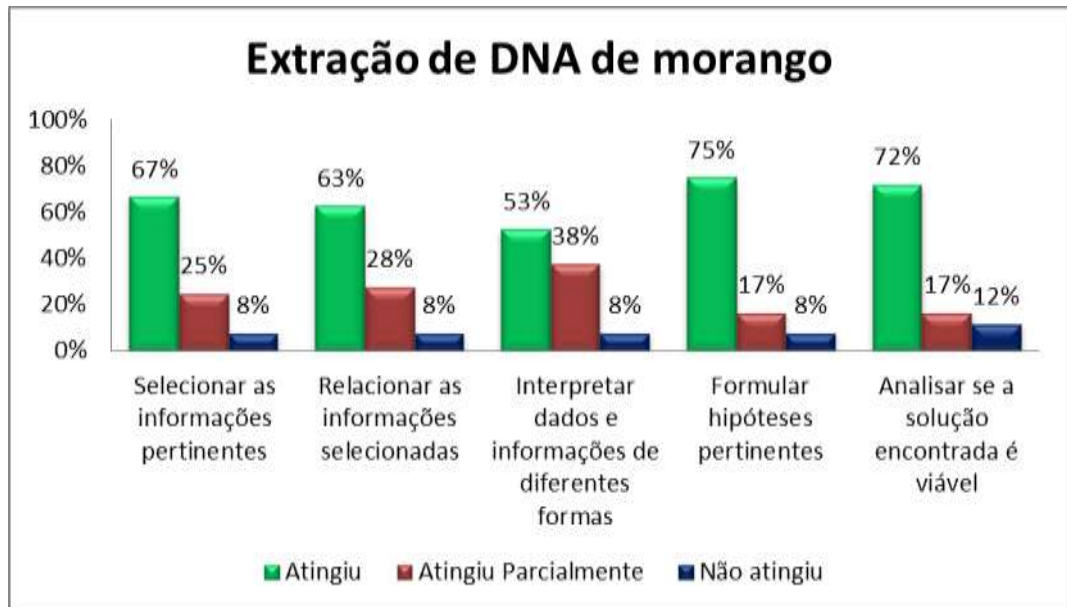


Gráfico 3: Desempenho dos estudantes na atividade 3.

Nesse gráfico, encontramos resultados semelhantes ao da aula anterior, apenas com um número um pouco maior de ocorrência de “Atingiu parcialmente”, talvez pelo fato de, nesta atividade, eles terem ficado significativamente mais livres para atuarem por conta própria, o que pode ter gerado inicialmente uma insegurança maior, com um aumento das dúvidas dos estudantes. O que nos chama a atenção, mais uma vez, é um relativo baixo índice de “Atingiu” para a categoria de “Interpretar dados e informações de diferentes formas” (3). Esta informação sugere que os estudantes ainda têm dificuldades em compreender dados e informações diferentes das formas habituais, seja por tabelas, gráficos, histórias ou experimentos. Ainda percebemos certa dificuldade desses estudantes em conseguir extrair dessas informações os dados necessários para a atividade, pois muitas vezes não conseguem compreender a comunicação contida nos materiais. Esse dado é importante, pois nos mostra um caminho a percorrer no sentido de proporcionar aos estudantes mais atividades que exijam essa atitude por parte deles. Entendemos que eles só conseguirão ultrapassar essas dificuldades quando, ao entrarem em contato com informações disponíveis de diferentes formas, eles desenvolverem atitudes que os façam compreender o valor das informações.

Essa conclusão no início da pesquisa nos ajudou a tornar os materiais das atividades seguintes mais exploratórios, ou seja, a fazer com que a atividade permitisse um grau maior de envolvimento dos estudantes e uma liberdade de ação. Isso também foi decisivo, pois nos permite observar o desenvolvimento da autonomia desses alunos quando colocados em situações em que devem atuar sem a constante intervenção do professor.

Além disso, essa prática proporcionou aos estudantes diversas trocas de informações e discussões sobre suas percepções, auxiliando a construir novas ideias e argumentos acerca do assunto abordado com a atividade. O fato de a atividade exigir que os alunos respondessem algumas questões faz com que a prática não seja apenas uma reprodução, aquela famosa “receita de bolo”, mas sim algo em que se tenha que refletir sobre os passos do procedimento e dos resultados observados. Segundo Morin (2013, p. 47) “a conjunção do novo esquema cognitivo e das novas hipóteses permite articulações organizativas ou estruturais entre disciplinas separadas e possibilita conceber a unidade do que está disjunto”, pensando assim, podemos substituir a ideia de disciplinas pela disjunção existente entre teoria e prática, dessa forma a atividade experimental auxiliou na realização das conexões necessárias com conteúdo teórico para a construção de um saber consolidado.

#### **6.4.4. Atividade 4 – Caso “Crime e Arte”**

Essa atividade foi criada pelas professoras de Química e Biologia e tivemos 54 estudantes participantes. O caso envolvia uma investigação na qual os alunos deveriam descobrir quem matou o artista Matusalém de Andrade e qual o motivo. Os grupos receberam uma folha com o relato da perícia e de como o crime havia ocorrido. Pedimos aos alunos que lessem e selecionassem as informações, e depois tentassem organizar o que precisariam saber além do que estava disponível no momento.

Alguns alunos ficaram confusos, sem conseguir entender como resolver o caso e quais informações precisariam. Destacamos alguns comentários feitos pelos alunos, como: “é impossível!” ou “nunca vamos resolver só com essas informações!”. Pedimos então que eles discutissem com os colegas do grupo, para decidir o próximo passo da investigação. Alguns grupos solicitaram dados e informações que não estavam disponíveis no momento inicial da investigação, como avaliação das joias e exame de DNA das suspeitas. Ao longo da investigação, os dados eram fornecidos pelas orientadoras apenas aos grupos que solicitavam. Com isso, cada grupo desenvolvia sua investigação de forma independente.

O planejamento desta atividade previu o uso de alguns conhecimentos que haviam sido trabalhados na sala de aula regular para solucionar o caso, como a reatividade dos metais, trabalhada anteriormente na aula de Química. Mesmo de posse de novas informações e evidências, os grupos tiveram bastante dificuldade em dar continuidade na investigação, o que sugere uma falta de clareza dos alunos quanto às possíveis relações entre os dados e, especialmente, a necessidade de usar as informações e os conhecimentos da sala de aula regular para a investigação. De acordo com o planejamento da atividade, seria necessário investigar, por meio de reação com ácidos, a veracidade das joias que haviam sido encontradas na cena do crime. Uma das joias, feita de metal não nobre, seria um indicativo de motivo para o crime. Depois de algum tempo e de bastante discussão entre os alunos, um deles levantou a hipótese de que as joias poderiam ser falsas. Ao serem questionados como testar essa hipótese, um dos alunos sugeriu testar os metais, como havia feito na aula de Química. Mesmo com essas informações, nem todos os grupos concordaram com o encaminhamento e continuaram suas discussões. Um dos grupos, então, solicitou o material necessário para fazer o experimento.

Nesta atividade, as orientadoras evitaram fazer interferências na investigação dos grupos, deixando-os livres para decidir o que fazer. Foi possível perceber a dificuldade do grupo de alunos em tomar atitudes autônomas, mostrando a insegurança deles frente à falta de direcionamento das orientadoras. Em função disso, a atividade tomou mais tempo do que o previsto inicialmente e o resultado da análise dos relatórios reflete a insegurança do grupo de alunos e a falta de autonomia, como mostra o gráfico a seguir. O gráfico nos aponta três categorias a discutir: “Interpretar dados e informações de diferentes formas”, “Formular hipóteses pertinentes” e “Analisar se a solução encontrada é viável”.

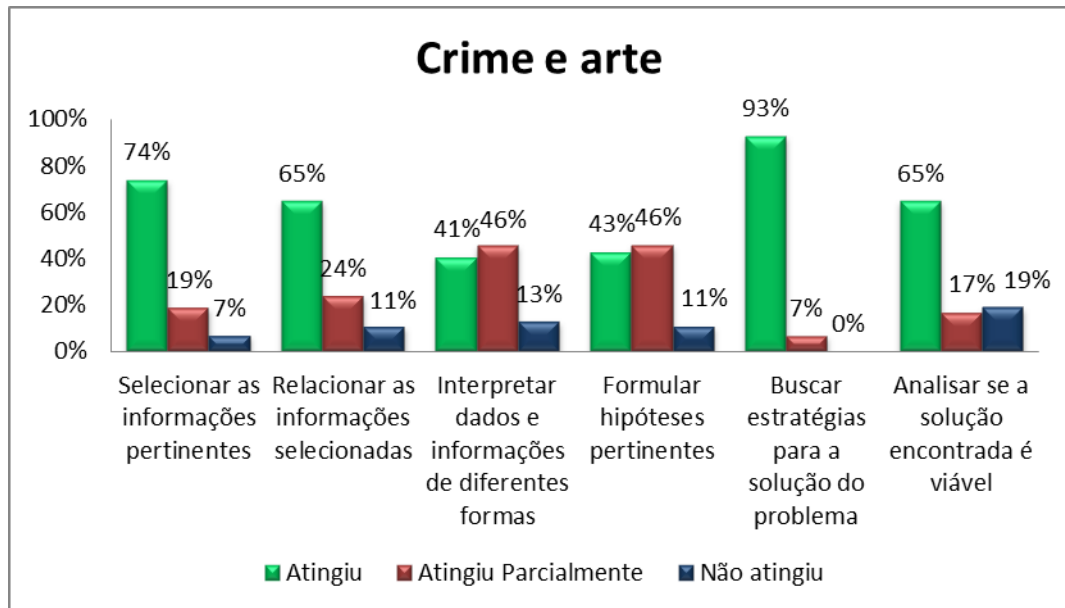


Gráfico 4: Desempenho dos estudantes na atividade 4.

Novamente observamos uma grande dificuldade dos alunos em interpretar, de forma autônoma, dados apresentados de maneira não habitual, refletindo o que foi anteriormente apresentado nas observações. Como consequência, o grupo não obteve bom desempenho da formulação de hipóteses pertinentes, propondo resoluções para o caso que não estavam embasadas nos dados obtidos. Ao analisar as outras habilidades apresentadas no gráfico, podemos perceber que os alunos conseguiram selecionar e relacionar as informações inicialmente apresentadas no material, mas não conseguiram extrair novas informações a partir de inferências e, por consequência, não conseguiram formular hipóteses pertinentes.

Os resultados nos mostram, mais uma vez, alunos envolvidos, interessados e motivados com o desafio à frente. Entretanto, o fato de não estarem sendo “guiados” pela professora fez com que eles ficassem estagnados frente à possibilidade de liberdade e autonomia para inferir sobre a história fornecida. Eles fizeram os passos mais primordiais (Selecionar e Relacionar as informações) tranquilamente, porém, quando tiveram que agir além do que estava disponível na atividade e sem ajuda para isso, eles ficaram inseguros, com medo de errar. No ensino tradicional o erro é tido como algo ruim, algo que diminui os alunos perante a turma, entretanto, em uma metodologia para a resolução de problemas o erro é importante em diversas situações, pois muitas vezes o aluno vai buscar novas alternativas de solução ao se deparar com um fracasso, funcionando como um incentivo e não como algo desmotivador. Nesse sentido, Becker (2012, p. 81) afirma que: “A escola deve considerar o erro como instrumento analítico, que deverá ser traduzido pedagogicamente e didaticamente,

e não como objeto de punição”. Dessa forma, o medo do erro fez com que não conseguissem analisar de forma adequada e atenciosa as tabelas fornecidas (informações de forma diferente) e delas retirar o que era necessário para continuidade da atividade, o que ocasionou também o baixo índice de hipóteses formuladas, pois não tinham ideia do que fazer ou sugerir. Quando os grupos passaram a discutir as ideias entre eles, então vimos surgir novas possibilidades para solução do problema, o que gerou a alta avaliação de estratégias de resolução e posterior análise dessa solução.

Os dados obtidos com esta atividade nos mostram, portanto, uma falta de autonomia do grupo de alunos frente à metodologia e ao material apresentado. Este resultado, ainda que um tanto desapontador, era esperado para este momento, já que os estudantes ainda estão em fase inicial de desenvolvimento das habilidades e construção da autonomia frente a uma situação-problema. Perrenoud (2013, p. 52) nos explica que:

a rotinização de uma parte do funcionamento intelectual e corporal permite que o ator concentre a reflexão e a deliberação interna em relação aos aspectos singulares da situação, àquilo que ela contém de diferente, de surpreendente, àquilo que exige uma adaptação ou uma diferenciação, incluindo também a busca de determinados novos recursos.

Isso confirma que para uma situação inicial como esse caso é necessário que os estudantes tenham liberdade para explorar, no entanto, ainda não terão a experiência, a rotina da resolução de problemas que virá com o tempo, a exposição às atividades investigativas e com a construção das habilidades a cada nova situação. A paciência, a insistência e o aprimoramento das atividades são primordiais para alcançar o sucesso do objetivo de uma educação para a resolução de problemas.

#### **6.4.5. Atividade 5 – Caso “Mentos Explosion”**

Desta atividade participaram 52 estudantes. Este caso de investigação foi escolhido por se tratar de uma informação bastante difundida na internet e entre os jovens: de que a mistura da bala Mentos com a bebida Coca-Cola causaria uma explosão. Para a resolução do caso, os alunos deveriam se colocar na posição de investigadores a serviço da Coca-Cola, com o intuito de fornecer dados científicos para a defesa da empresa, que estaria sofrendo uma ação judicial por conta da morte de uma mulher que teria sido causada pela mistura de Mentos com o refrigerante. Ao receber a carta-convite da empresa, os alunos fizeram diversos



comentários, como: “Nós vamos poder testar de verdade?”; “Quem vai comer o Mentos e tomar a Coca pra ver se explode?”; “Isso nem acontece, nem vai explodir!”.

Os alunos iniciaram sua investigação e destacaram diversas informações e possibilidades: análise das informações dos rótulos dos alimentos, dúvida se o tipo de Mentos teria alguma influência no resultado ou se a Coca-Cola deveria ser sem açúcar. A partir desta organização inicial, eles fizeram seus planejamentos de experimentos. Para isso, utilizaram todas as possibilidades de mistura: Mentos de frutas e de menta, Coca-Cola com e sem açúcar. No pátio da escola, fizeram os testes utilizando garrafas de 600 ml e as balas. Um dos grupos propôs a filmagem dos experimentos, a fim de analisar, nos vídeos, a altura da erupção do líquido da garrafa e comparar esta medida em todos os testes. Os experimentos foram então planejados e executados em frente a uma parede de tijolos à vista, o que facilitaria a medida. Em todos os experimentos houve uma reação entre a bala e a bebida, liberando uma grande quantidade de gás. Um dos grupos sugeriu que o causador da explosão seria o gás, e não o refrigerante. Pediu então para fazer o teste utilizando água gaseificada e sem gás.

Após a observação dos resultados dos experimentos, os grupos se reuniram para buscar explicações para o ocorrido, por meio de pesquisas na internet, e resolver a situação-problema. De acordo com os resultados das pesquisas dos alunos, a responsabilidade sobre o ocorrido não poderia ser atribuída ao Mentos nem à Coca-Cola, pois a reação com liberação de gás ocorria até mesmo em água gaseificada. Ao final, sugeriam que esta reação, se acontecesse dentro do corpo humano, não seria forte o suficiente para causar riscos à vida.

Nesta atividade, foi possível perceber uma maior autonomia dos alunos, que se mostraram bastante envolvidos e curiosos. Ao invés de esperar por uma orientação das professoras, os grupos procuraram resolver sozinhos o desafio, buscando experimentos e testando hipóteses. A pesquisa final nos mostra que os estudantes conseguiram buscar na internet informações pertinentes e que conseguiram relacionar estas informações com os resultados dos experimentos. Nesta atividade, foi permitido aos alunos terminarem o relatório fora do horário de aula.

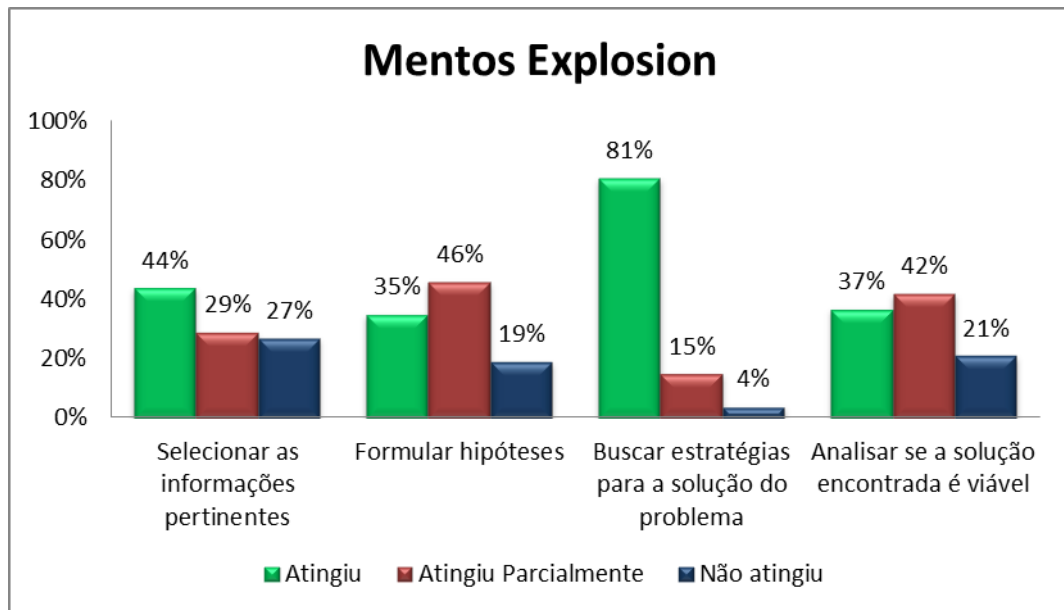


Gráfico 5: Desempenho dos estudantes na atividade 5.

Ao analisarmos os dados do gráfico, podemos perceber que, no registro do relatório escrito, os alunos não destacaram as informações pertinentes ou propuseram hipóteses da mesma forma que o fizeram oralmente, de acordo com as observações da sala de aula descritas anteriormente. No entanto, buscaram estratégias de solução de forma bastante satisfatória. As observações registradas no momento da atividade nos mostraram alunos ativos e significativamente mais seguros e autônomos do que na atividade anterior. Isto se refletiu na construção dos experimentos e na proposição de soluções. As trocas realizadas entre os alunos são fundamentais para o bom andamento das atividades. Nesse caso, todos os passos foram realizados oralmente por todo o grupo de estudantes, demonstrando que quando os estudantes dialogam entre si, conseguem concluir e solucionar problemas mais facilmente do que apenas por uma explicação do professor, conforme defende Marques (2007, p.55):

Os professores se perguntam, às vezes, por que não conseguem se fazer entender, quando dominam tão bem o conteúdo, enquanto um aluno, explicando ao colega, consegue-o muito melhor. Simplesmente, porque o colega está muito mais próximo do pensamento do outro aluno. Porque ele recém está construindo as noções relativas àquilo que está sendo trabalhado ou ensinado. Ou seja, ele não acredita que nasceu sabendo aquilo, porque ele ainda está vivenciando aquele processo. Então, ele tem muito mais facilidade para ajudar no processo e não apenas fornecer o resultado.

Assim, ao permitir que os relatórios fossem finalizados fora do horário de aula, criou-se uma descontinuidade na produção do material, que pode ser atribuída ao fato de que em casa os estudantes não vivenciam as trocas com os colegas obtidas na sala de aula, que

facilitam as construções das habilidades. Isso pode ser observado na discrepância entre a qualidade do material produzido em aula e o registro escrito.

#### **6.4.6. Atividade 6 – Caso “Morte no Clube”**

A atividade de investigação envolveu a resolução de um crime por meio da utilização dos conhecimentos de Química e Biologia sobre os compostos orgânicos. Os alunos deveriam determinar qual alimento havia causado a morte dos participantes de um clube. Para esta atividade, os alunos foram organizados de acordo com a lista de chamada, e não em grupos por afinidade. Essa atitude foi tomada em função do excesso de conversa dentro dos grupos, o que é característico quando grupos de adolescentes se organizam entre amigos. Os alunos de uma das turmas mostraram-se mais apáticos à atividade, visivelmente incomodados por terem sido separados de seu grupo de amigos. Já na outra turma, essa reorganização não pareceu ter afetado a disponibilidade dos estudantes. Para esse caso, tivemos 56 estudantes participantes.

Primeiramente, os alunos leram o material entregue sobre o caso e iniciaram suas investigações. Alguns grupos, após diversas discussões, sugeriram uma análise do conteúdo estomacal das vítimas, em uma tentativa de determinar o que havia causado sua morte. Em função do tempo, a análise experimental foi realizada na aula seguinte. As orientadoras forneceram aos alunos amostras de um líquido que seria o conteúdo estomacal das pessoas presentes no clube no dia do crime. Nesta segunda aula, os estudantes estavam muito atentos e interessados, bastante curiosos sobre os testes a serem realizados. Eles pediram orientação sobre os procedimentos práticos e então quantificaram carboidratos e proteínas em cada uma das amostras, comparando os resultados com a descrição do que cada um havia comido no dia. Com os resultados experimentais, os alunos relacionaram as informações, utilizando-se dos conhecimentos construídos nas aulas regulares de Biologia e Química, e sugeriram soluções para o caso. Esta atividade nos sugere um grande avanço do desenvolvimento de habilidades pelo grupo de alunos, que foi capaz de buscar informações nas aulas regulares, propor experimentos que haviam utilizado anteriormente em aulas práticas e relacionar todas as informações na busca de uma solução.

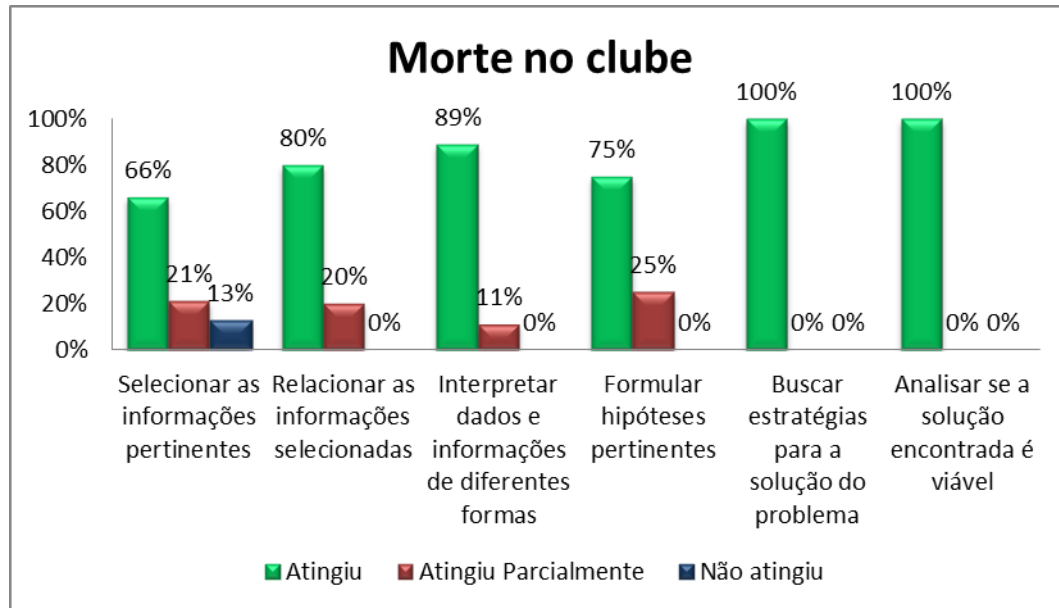


Gráfico 6: Desempenho dos estudantes na atividade 6.

De acordo com o gráfico obtido a partir da análise dos relatórios produzidos pelos alunos, podemos observar um aumento bastante significativo no número de alunos que recebeu a avaliação “Atingiu” em todas as habilidades, se compararmos com as atividades anteriores. Um ponto bastante importante a ser destacado é a melhora na interpretação de dados, habilidade em que os alunos mostravam bastante dificuldade anteriormente. Nesta atividade, eles foram capazes de interpretar dados contidos em tabelas e no texto, além de analisar os resultados dos experimentos. Um dado bastante interessante diz respeito à habilidade de selecionar informações pertinentes. Esta habilidade foi avaliada a partir das informações que os alunos destacavam no material. Ao longo do tempo, foi possível observar que o grupo de alunos não considerava mais tão importante o destaque das informações, mas as mesmas eram utilizadas no momento de relacionar as informações e propor hipóteses. Ou seja, os alunos já usam as habilidades de forma mais rápida, sem precisar registrar essa etapa e sem perder o conteúdo final para a competência da resolução de problemas. Essa atitude observada nos dá um exemplo do que ocorre na fala de Perrenoud (2013, p. 51):

A competência é uma espécie de memória da inteligência [...]. De certo modo, a competência proporciona rapidez, segurança e um custo menor para uma ação cuja realização poderia ser mais lenta e menos segura se a pessoa não estivesse treinada a utilizar os mesmos recursos para enfrentar situações de uma mesma família.

Dessa forma, os estudantes se mostram adaptados e habituados a este tipo de problema de forma que já conseguem saber quais recursos cognitivos e quais habilidades devem mobilizar

para solucionar o problema. Estes dados nos sugerem um crescimento do grupo de alunos no que diz respeito às construções mentais relativas às habilidades de resolução de problemas. As habilidades vão se tornando mais simples e rápidas na medida em que são construídas, tornando o aluno capaz de construções cada vez mais complexas.

#### **6.4.7. Atividade 7 – Discussão do filme “O Óleo de Lorenzo”**

Nesta aula, tivemos 33 alunos participantes. O objetivo desta atividade era discutir o fazer científico, questionando o que é ciência e quem está habilitado a fazê-la. O filme “O Óleo de Lorenzo”, dirigido por George Miller, relata a história de um menino diagnosticado com Adrenoleucodistrofia, uma doença hereditária que altera o metabolismo de ácidos graxos. A história, baseada em fatos reais, conta a busca dos pais do menino por um tratamento eficaz para a enfermidade do filho. A película questiona a ciência e a ética médica, quando os médicos do garoto se recusam a aceitar as ideias dos pais sobre uma possibilidade de tratamento por eles não serem cientistas nem terem formação na área da Medicina.

Após assistir ao filme, a discussão foi iniciada pelo questionamento: “o que despertou mais sua atenção?”. Os alunos responderam, de forma bastante efusiva, que o fato que mais os interessou foi a descoberta, pelos pais do menino, de um tratamento para a doença. A discussão prosseguiu e os estudantes relataram ter sido muito interessante perceber que não é necessário trabalhar como cientista para fazer ciência. Alguns alunos destacaram que eles também faziam ciência, no momento em que estavam pesquisando e buscando respostas para algo, fazendo experimentos e construindo suas próprias conclusões a respeito de um problema. Ao final, os estudantes deveriam responder a uma série de questionamentos a respeito das discussões e relacionar citações de pesquisadores renomados com cenas do filme.

As perguntas que deveriam ser respondidas pelos alunos contemplavam duas habilidades, cujos resultados estão apresentados no gráfico a seguir:

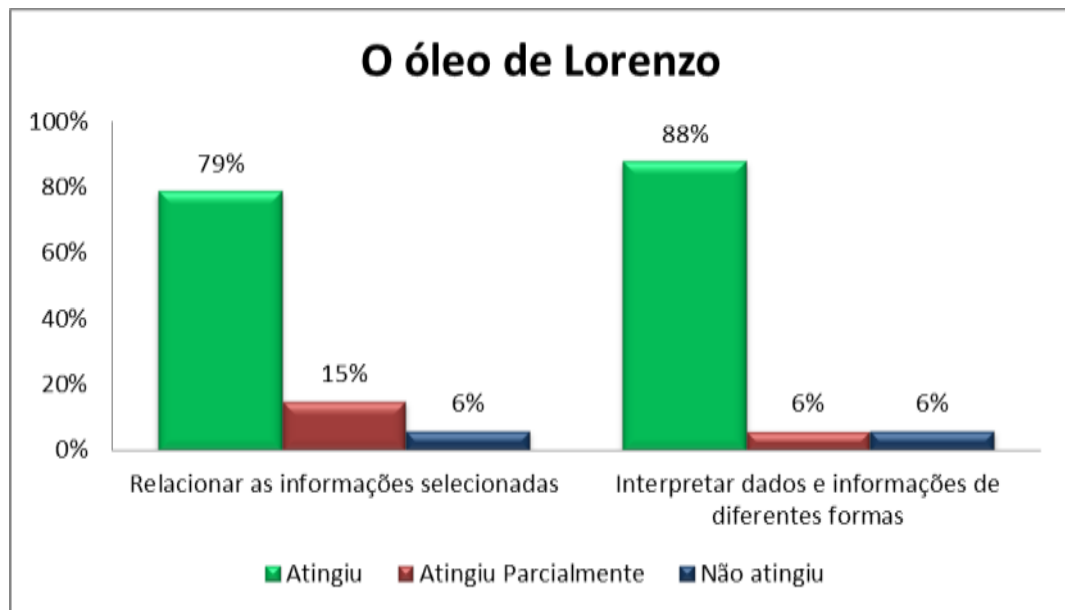


Gráfico 7: Desempenho dos estudantes na atividade 7.

A análise do gráfico nos mostra que um grande número de alunos conseguiu fazer as relações entre o conteúdo de sala de aula e a temática do filme, além de interpretar as citações fornecidas e relacioná-las com passagens da história. Por questões de tempo, novamente os relatórios foram realizados fora do horário de aula, o que prejudicou o número total de alunos que foram avaliados para esta atividade. Assim como na atividade 5, em que os relatórios também foram realizados pelos alunos fora do horário de aula, baseamos nossas avaliações sobre o desenvolvimento de habilidades nas observações de sala de aula, em função de os relatórios não terem sido condizentes com o que foi observado na discussão oral. Nessa atividade os resultados nos mostram o bom desempenho dos estudantes nas duas habilidades avaliadas. As relações que conseguiram fazer com suas realidades de pesquisa em sala de aula e a pesquisa realizada pelos pais do menino do filme foram excelentes, pois eles se perceberam como cientistas e desfizeram a imagem tradicional de que quem faz ciência é uma pessoa de jaleco dentro de um laboratório. Essa relação é de extrema importância para o estudo das Ciências na escola. Para Pozo e Crespo (2009, p. 18) o problema do ensino de Ciências atual é que:

Além da falta de interesse, os alunos tendem a assumir atitudes inadequadas com respeito ao trabalho científico, assumindo posições passivas, esperando respostas em vez de dá-las, e muito menos são capazes de fazer eles mesmos as perguntas; também tendem a conceber os experimentos como “demonstrações” e não como pesquisas; a assumir que o trabalho intelectual é uma atividade individual e não de cooperação e busca conjunta; a considerar a ciência como um conhecimento neutro, desligado de suas repercussões sociais [...].

Sendo assim, a mudança de atitudes procedimentais e cognitivas dos estudantes nesse caso nos indica que a relação deles com a Ciência será modificada, pois passarão a se ver como agentes desse processos, capazes de modificar os saberes estabelecidos pela sociedade.

#### 6.4.8. Atividade 8 – Avaliação “Fermentação de uvas”

A atividade sobre fermentação foi realizada de forma a avaliar o desempenho dos alunos ao trabalhar em duplas isoladas, ao invés de trabalhar em grupo com discussões coletivas. O objetivo desta proposta partiu da ideia de verificar a construção de habilidades ao trabalhar de forma independente, sem a interferência ou a contribuição dos outros colegas. Informamos aos alunos, anteriormente, que eles fariam uma avaliação nos mesmos moldes das atividades que já vinham fazendo, mas que, desta vez, eles trabalhariam em duplas e não haveria comunicação entre as duplas. Tivemos 63 alunos participantes.

Para essa avaliação, utilizamos um caso de investigação sobre fermentação, conteúdo que estava sendo trabalhado nas aulas regulares de Biologia. O material entregue aos alunos propunha que eles se colocassem na posição de responsáveis por uma empresa produtora de vinhos. Desta forma, deveriam planejar a produção, escolhendo o agente fermentador a ser utilizado. Para isso, o caso de investigação trazia uma grande quantidade de informações na forma de texto e gráficos, que deveriam ser interpretados pelos alunos para resolver a situação-problema. Ao final da atividade, os alunos relataram não ter tido dificuldade em analisar as informações e consideraram bastante interessante a proposta, animados por terem sido capazes de resolver a situação conversando somente com sua dupla. Os resultados da análise da avaliação estão representados no gráfico a seguir:

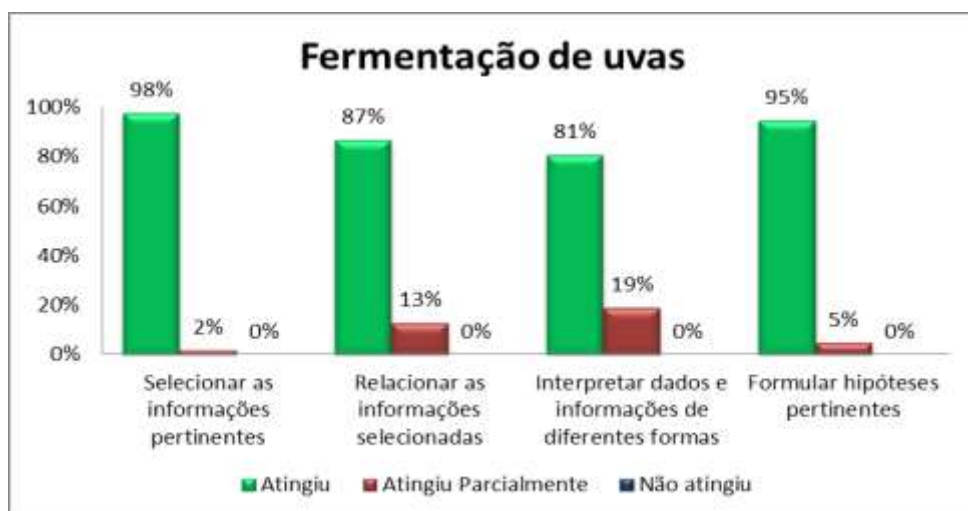


Gráfico 8: Desempenho dos estudantes na atividade 8.

Os dados apresentados no gráfico sugerem uma melhora bastante clara no desempenho dos alunos. Nenhum aluno recebeu a avaliação “Não atingiu” em nenhuma das habilidades avaliadas. Quanto a selecionar e relacionar informações, quase todos os alunos foram capazes de fazer plenamente, e o número de alunos que conseguiu interpretar os dados apresentados na forma de gráficos foi bastante satisfatório. As informações apresentadas nos mostram um grande crescimento do grupo de alunos, visto quando trabalharam em duplas, sem discutir com o grande grupo. Os estudantes resolveram a atividade de forma autônoma, segura e consciente, o que nos mostra os resultados positivos do trabalho em grupos que foi desenvolvido ao longo do ano com a metodologia da ABP. Conforme definido por Perrenoud (1999, p. 65):

Em uma pedagogia das situações-problema, o papel do aluno é implicar-se, participar de um esforço coletivo para elaborar um projeto e construir, na mesma ocasião, novas competências. Ele tem direito a ensaios e erros e é convidado a expor suas dúvidas, a explicar seus raciocínios, a tomar consciência de suas maneiras de aprender, de memorizar e de comunicar-se.

A participação e o empenho dos estudantes no trabalho em grupo propiciou a construção das habilidades, demonstradas mesmo quando o trabalho foi feito longe do grupo. Eles construíram habilidades e construções mentais e foram capazes de utilizar estas habilidades frente a uma avaliação bastante complexa, com uma grande quantidade de informações a serem selecionadas e relacionadas.

Sobre a complexidade das atividades, Perrenoud (2013, p. 42) explica que: “Para serem complexas, as situações não precisam ser inusitadas ou extraordinárias. Basta que elas tenham uma dose suficiente de contradições para que seja necessário, a cada vez, um mínimo de raciocínio ou de julgamento para escolher o modo mais indicado para executar a ação”. Assim, consideramos complexa a atividade, pois aumentou-se o número de gráficos a serem analisados, além de exigir que os alunos fizessem escolhas que dependeriam do que considerariam mais importante na produção do vinho: açúcar ou teor alcoólico, ou seja, não existiam relações óbvias, todas as conclusões deveriam partir dos seus próprios pressupostos sobre o assunto. O que, dessa maneira, aponta um nível bastante alto das construções realizadas pelos estudantes.



#### **6.4.9. Atividade 9 – Criação de casos de investigação**

Para esta atividade, propusemos aos alunos que cada grupo criasse uma situação-problema que deveria ser resolvida por outro grupo de colegas. Relembramos com eles as etapas de uma investigação e os orientamos a utilizarem sua criatividade e seus conhecimentos para formular as situações de investigação. A ideia teve grande aceitação pelo grupo, que imediatamente iniciou o trabalho. As orientadoras ficaram disponíveis para esclarecer quaisquer dúvidas, e cada grupo se posicionou em um local diferente da escola para evitar que os colegas de outro grupo ouvissem suas discussões. As orientadoras deram total liberdade de criação, desde que respeitasse as etapas de uma metodologia científica, que contivesse os dados necessários para a investigação e que tivesse uma solução viável. Na semana seguinte, de posse dos casos de investigação, cada grupo organizou o material necessário para que os colegas resolvessem e as orientadoras distribuíram as investigações aleatoriamente. Um membro de cada grupo deveria estar disponível para esclarecer quaisquer dúvidas que o grupo que iria resolver o caso tivesse. Tivemos 55 alunos participantes nesta atividade.

Durante a atividade, foi observada uma interação muito grande entre os membros do grupo e entre os diferentes grupos, com alunos bastante motivados e envolvidos. Um dos alunos veio até as orientadoras e relatou que os colegas não iriam conseguir resolver o caso que ele tinha criado, pois, segundo o estudante, os colegas “não estão fazendo a pergunta certa. Se eu perguntar errado para o Google, ele não me dá a resposta que eu preciso!”. A observação do desenrolar desta atividade nos deixou bastante claro o crescimento do grupo de alunos. Os estudantes empregaram uma grande quantidade de tempo, criatividade e dedicação na criação e na resolução dos casos, na organização do material e na montagem das cenas para a investigação, que eram ricas em detalhes e informações. Demonstraram uma postura autônoma, segura e envolvida com a atividade.

A análise dos casos criados permitiu-nos verificar a utilização das habilidades empregadas na resolução dos casos para montá-los. Todos os casos expuseram um texto com uma história que apresentava os personagens da situação, descrevia o local de ocorrência e o que havia acontecido com os envolvidos, demonstrando a preocupação com as informações que os colegas poderiam selecionar. Além disso, os casos ofereciam alguma informação que era primordial para que conseguissem relacionar os dados apresentados. Com relação às informações fornecidas de diferentes formas, os estudantes foram bastante criativos, utilizando tabelas com pistas, resultados de análises de pegadas, resultados de exames

toxicológicos e até análise de impressões digitais. Essa riqueza de informações e detalhes demonstrou como os estudantes compreenderam as etapas do método científico e a importância de cada pista fornecida.

O resultado da análise dos relatórios de resolução dos casos criados pelos colegas foi plenamente satisfatório e está representado no gráfico a seguir:

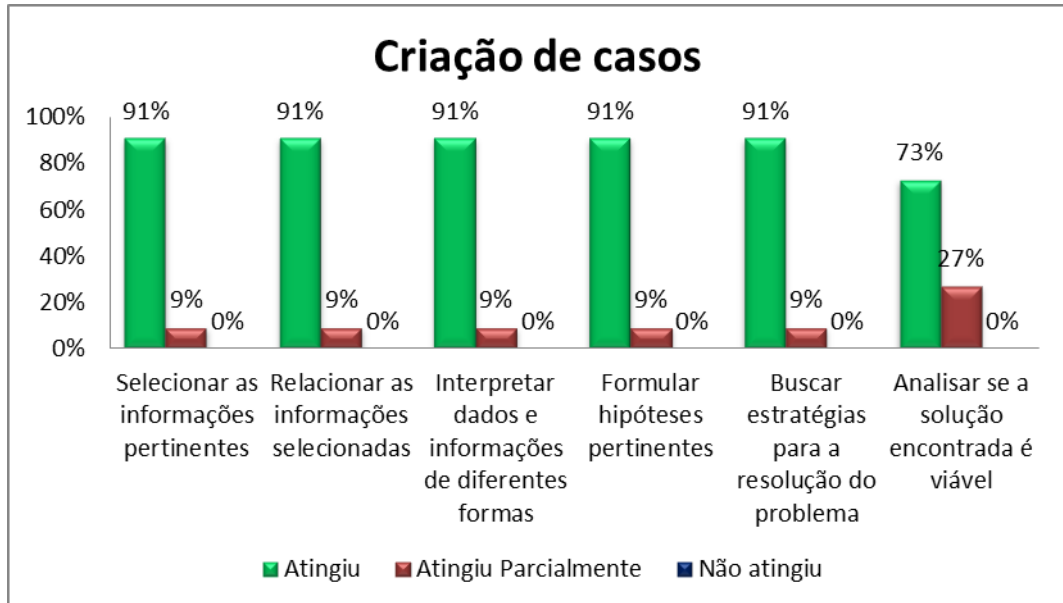


Gráfico 9: Desempenho dos estudantes na atividade 9.

Os resultados da atividade 9 reforçam o grande crescimento do grupo de alunos, no que diz respeito à construção de todas as habilidades analisadas neste trabalho, observadas nas atividades anteriores também. Os estudantes, ao resolverem os casos criados pelos colegas, foram capazes de utilizar todos os conhecimentos construídos ao longo do ano e, além disso, mostraram que sabem aplicar e utilizar a competência da resolução de problemas, pois foram exitosos nas duas tarefas: elaborar e resolver os casos. Toda a dedicação dos alunos com essa atividade nos mostrou como eles estavam envolvidos com a metodologia. A preocupação com as informações contidas nos casos criados, com as pistas que deveriam ser pedidas, como disse um aluno, “na hora e da maneira certas”, e a criatividade para não seguir apenas o que já tinham feito anteriormente, demonstrou que eles construíram essas capacidades. Enemark e Kjaersdam (2009, p. 19) ressaltam que a ABP favorece a habilidade de desenvolvimento de projetos:

Com a experiência adquirida na solução de vários projetos, os estudantes aprendem a criá-los e estruturá-los – desde a definição do problema, as análises, as teorias, os experimentos, as sínteses, as soluções possíveis e aceitáveis, até as conclusões, a avaliação e as consequências. Aprendem também a expor o processo e os resultados no momento certo.

Assim, podemos perceber como esses estudantes realmente desenvolveram as habilidades previstas na metodologia da ABP. A ABP visa desenvolver estudantes aptos a utilizarem as habilidades desenvolvidas em diversas situações e, dessa forma, a atividade revelou alunos com essa capacidade, pois conseguiram formular os casos de maneira autônoma e criativa, conseguindo utilizar as habilidades para criar e não apenas reproduzir, o que demonstra que eles dominaram e construíram essas capacidades, pois as colocaram em uso em uma situação diferenciada e na qual tinham que fazer uso de tudo que aprenderam ao longo do ano.

#### **6.4.10. Atividade 10 – Caso “Minha irmã gêmea”**

O último caso de investigação deste trabalho utilizou-se do conteúdo de divisão celular, mais especificamente a meiose, para colocar os alunos em uma situação-problema e ajudar uma menina a tirar dúvidas sobre sua irmã que estava para nascer. A menina questionava se sua irmã, que era filha do pai dela com a irmã gêmea da mãe, seria idêntica a ela. Para a realização desta atividade, os alunos trabalharam em duplas ou de forma individual. Um dos estudantes leu o material em voz alta e, em seguida, as orientadoras explicaram como seria realizada a atividade. Tivemos 53 estudantes participantes.

Nas discussões iniciais, observamos questionamentos bastante diversos: alguns alunos consideravam que era possível que a irmã da menina fosse idêntica a ela, outros não. Durante as discussões, as orientadoras realizaram algumas intervenções sobre a formação de gêmeos univitelinos, clonagem e DNA, esclarecendo algumas dúvidas dos estudantes. O resultado da análise dos relatórios encontra-se no gráfico a seguir:

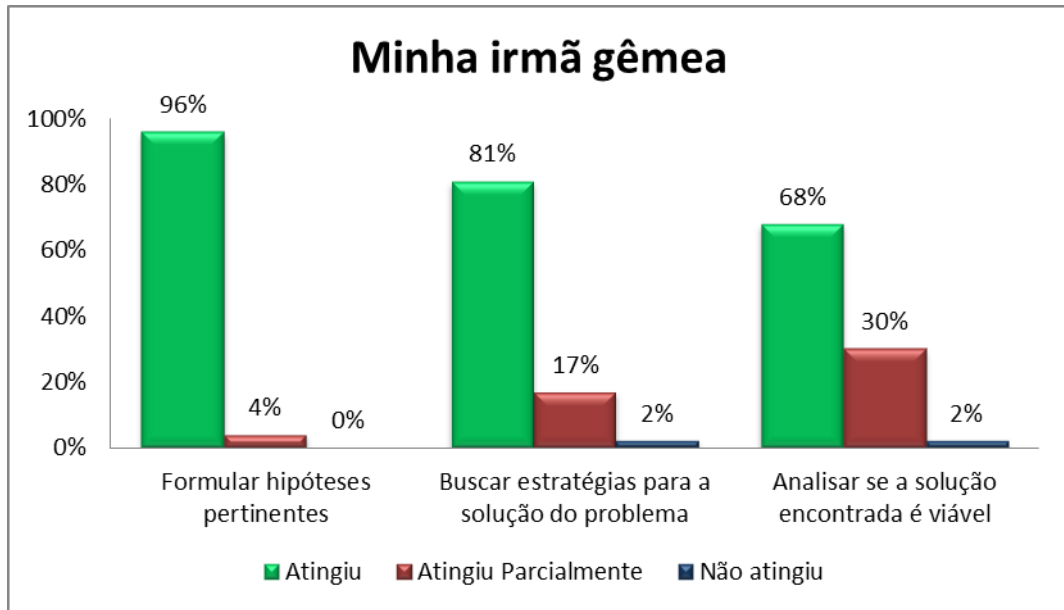


Gráfico 10: Desempenho dos estudantes na atividade 10.

Os resultados das observações nos mostram que a maior parte deles estava envolvida na atividade e isso também pode ser observado nos resultados da análise dos relatórios presente no gráfico anterior. Eles trouxeram suas contribuições com seus conhecimentos prévios, discutiram e debateram a atividade com os colegas, expuseram suas opiniões, sabendo sempre como utilizar seus argumentos. Para Carvalho (2013, p. 37):

O incentivo à participação dos alunos em discussões sobre os temas a serem estudados em aula e os trabalhos em grupos envolvem dimensões importantes na formação geral dos estudantes, tais como o aprendizado de uma convivência cooperativa com os colegas, o respeito às diferentes formas de pensar, o cuidado na avaliação de uma afirmação e a autoconfiança para a defesa de pontos de vista.

A habilidade 3 teve um resultado menor, e podemos entender isso a partir do momento que observamos que os estudantes já tinham uma ideia pré-formada sobre o assunto, e muitos deles estavam confiantes em suas opiniões e não mudaram suas ideias com relação as discussões. Entretanto, essas diferenças de opinião foram importantes para a habilidade 1 (“Formular hipóteses pertinentes”), pois os estudantes conseguiram propor diversas hipóteses diferentes devido às discussões entre eles que geraram divergências de pensamento. Os resultados dessa análise foram bastante satisfatórios, pois indicam o aumento ou estabilidade das habilidades construídas ao longo do ano. Compreendemos que talvez 10 atividades não fossem suficientes para podermos afirmar que esses estudantes construíram essas habilidades. Entretanto, o fato de as aulas regulares de Biologia e Química também serem guiadas pelo

método da ABP nos leva a justificar que não foram apenas essas 10 aulas que contribuíram para a construção das habilidades, mas todo o contexto de aprendizagem em que esses estudantes foram inseridos ao longo do ano. Além disso, outras atividades práticas foram realizadas e não entraram para fins de análise neste trabalho, mas sabemos que essas aulas também tiveram parcela de contribuição para o desenvolvimento desses alunos.

### **6.5. Comparação do desenvolvimento geral das habilidades**

Com o intuito de analisarmos a construção das habilidades trabalhadas, agrupamos os dados de cada aula em dois gráficos para melhor visualização e comparação. Para cada habilidade analisada, consideramos apenas os índices de “Atingiu”. Essa escolha foi feita para que pudéssemos observar, a cada atividade, o desempenho dos alunos e sua evolução ao longo do tempo. Para facilitar essa visualização, transformamos os dados obtidos em gráficos e separamos as habilidades em iniciais e finais. Dentro das iniciais, consideramos: “Selecionar as informações pertinentes”, “Relacionar as informações selecionadas” e “Interpretar dados e informações de diferentes formas”, pois entendemos que essas habilidades são primordiais para o andamento das demais e são importantes para o início das atividades dos alunos. As habilidades finais foram consideradas as de “Formular hipóteses pertinentes”, “Buscar estratégias para a resolução do problema” e “Analisar se a solução encontrada é viável”, pois compreendemos que elas dependem das habilidades iniciais, são mais complexas, porque dependem de mais relações do que as primeiras. Quando uma habilidade não foi exigida pela atividade, o gráfico apresentará um espaço em branco. O gráfico<sup>11</sup> mostra uma evolução das três habilidades trabalhadas, entretanto, para a primeira habilidade, “Selecionar as informações”, o gráfico apontou uma queda na atividade 5 (Mentos Explosion). Essa queda foi interpretada nos resultados individuais da atividade, e não consideramos como algo prejudicial pelos motivos anteriormente explicados. Para essas três categorias iniciais, percebemos certa estabilidade nas atividades 2, 3 e 4, pois os estudantes ainda estavam em adaptação com a metodologia. Posteriormente, o gráfico aponta que, para as três habilidades iniciais, houve um aumento da frequência relativa de alunos que atingiu o objetivo esperado. Esses índices indicam que houve uma melhora no desempenho desses estudantes ao longo das atividades realizadas. Portanto, esses dados sugerem que a metodologia da ABP pode desenvolver essas habilidades nos estudantes de Ensino Médio.

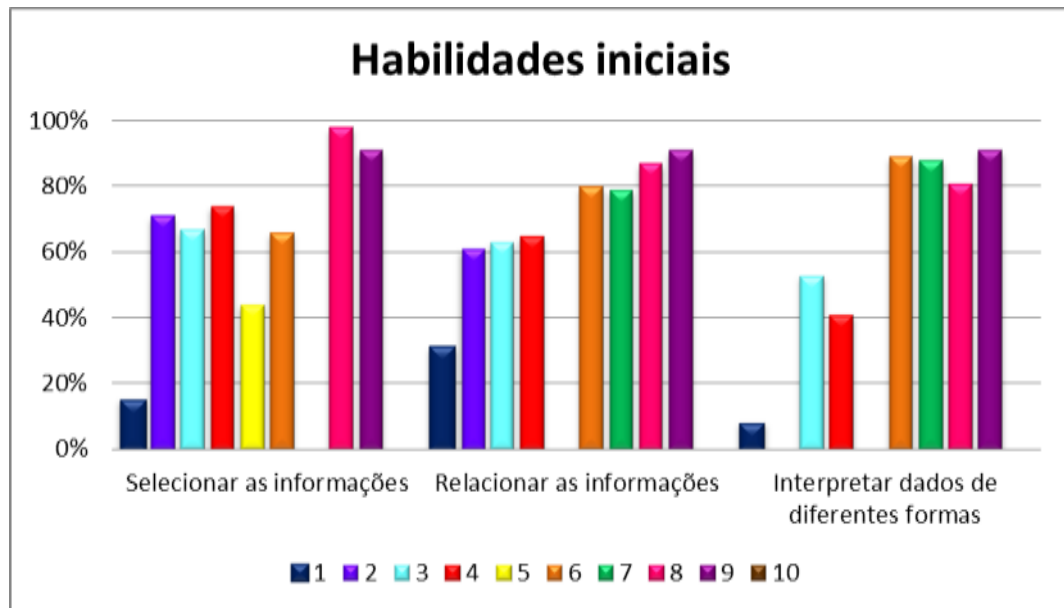


Gráfico 11: Desempenho das habilidades iniciais em porcentagens de estudantes que atingiram as habilidades desenvolvidas em cada atividade (1 a 10).

Esse gráfico está de acordo com a proposta da metodologia que é aumentar gradativamente o nível das relações estabelecidas, tornando-as mais complexas e conseqüentemente exigindo uma mobilização maior das habilidades envolvidas. Nesse gráfico, podemos perceber que os estudantes conseguiram acompanhar a evolução das atividades, ocasionando na construção das habilidades trabalhadas e no desenvolvimento da capacidade global de resolução de problemas.

No gráfico 12, abaixo, a categoria “Formular hipóteses” apresentou um aumento nos índices de cada aula, demonstrando que houve um desenvolvimento desses alunos para essa habilidade. Os índices das outras duas categorias se mostraram em estabilidade, indicando que os estudantes já possuíam facilidades com essas habilidades e conseguiram mantê-las desenvolvidas ao longo das atividades. Essa manutenção estável das categorias é positiva, pois as habilidades analisadas nesse gráfico dependem das primeiras e, por isso, se tornam mais complexas. A verificação de que os estudantes aumentaram suas capacidades de formular hipóteses está diretamente ligada ao aumento das capacidades de relacionar as informações e interpretar de diferentes formas, pois os alunos conseguem perceber mais facilmente os dados e assim conseguem propor uma alternativa para a solução dos casos. A habilidade de “Buscar estratégias” para a solução do problema também se relaciona com as anteriores e foi a categoria que mostrou maior estabilidade nos resultados, apontando que os

estudantes possuem facilidade de encontrar os recursos necessários para a finalização dos casos. A categoria de análise da solução apontou dois índices mais discrepantes em relação aos outros, mas, no geral, mostrou-se estável também, indicando que, após todas as outras habilidades concluídas, os estudantes conseguiam agrupá-las para a verificação das suas respostas, analisando a coerência de suas soluções.

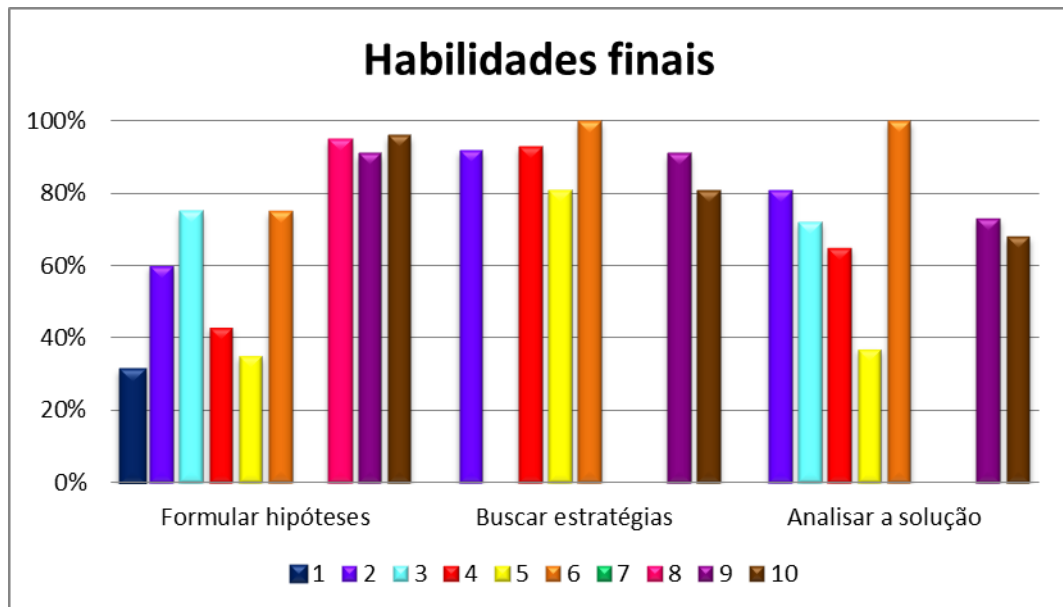


Gráfico 12: Desempenho das habilidades finais em porcentagens de estudantes que atingiram as habilidades desenvolvidas em cada atividade (1 a 10).

A interpretação qualitativa dos gráficos nos permite concluir que houve um desenvolvimento positivo das habilidades ou uma estabilidade; entretanto, não houve uma análise estatística para comparar as habilidades em cada aula e confirmar se foi algo significativo ou não. Isso se deve ao fato de que a avaliação de competências é bastante complexa para ser expressa numericamente, pois envolve as atitudes dos estudantes frente a um problema e isso se torna mais difícil de ser mensurado. Conforme Zabala (2010, p. 174-175):

Quando decidimos que queremos avaliar competências, estamos dizendo que reconheceremos a capacidade que um aluno adquiriu para responder a situações mais ou menos reais, problemas ou questões que têm muitas probabilidades de chegar a encontrar, embora seja evidente que nunca do mesmo modo em que foram aprendidos. [...] Se o objetivo da avaliação consiste somente em conhecer a capacidade dos alunos para agir de modo competente diante de uma situação, apenas a avaliação irá considerar a forma na qual esta se resolve.

Portanto, a ideia deste trabalho era verificar como os alunos realizavam uma atividade de situação-problema e como agiam para solucioná-la, ou seja, como a fala de Zabala anteriormente: como esse aluno agiu, se ele usou as habilidades para resolver o problema, se ele alcançou a competência de resolução de problemas. Esse objetivo foi alcançado pela análise das observações e dos relatórios, sem precisar traçar uma comparação estatística para isso, pois as ações dos estudantes não podem ser medidas.

Independentemente de números, o gráfico sugere que a cada aula essas habilidades estavam presentes, e também que o número de alunos que apresentavam esse desenvolvimento aumentou ou se manteve estável ao longo das atividades. Essa avaliação apenas complementa o trabalho feito nesta pesquisa, pois confirma o que podíamos perceber nas observações. O objetivo era verificar se essas habilidades estavam sendo construídas nessas aulas e se estavam presentes nos materiais que esses estudantes produziam, o que conseguimos identificar. Sendo assim, entendemos que o método da ABP foi um recurso fundamental para a obtenção desses resultados, pois proporcionou aos estudantes as situações-problema necessárias para o bom resultado aqui apresentado.

A ABP é um meio não só para a aprendizagem de conceitos, mas também proporciona o desenvolvimento de competências direcionadas à tomada de decisões, ao aprender a aprender, à pesquisa, à utilização da informação, à autonomia e à criatividade. Competências relacionadas ao convívio em grupo como cooperação e tolerância também são desenvolvidas através desse tipo de aprendizagem. Podemos destacar dois pontos relevantes nesse processo de construção do conhecimento através da ABP: o aluno aprende fazendo, assumindo um papel ativo na sua aprendizagem; e desenvolve competências metacognitivas relacionadas à tomada de consciência sobre as atividades que realiza e das suas responsabilidades diante do processo de aprendizagem. (Klein & Guridi, 2010)

Esses alunos tiveram a oportunidade de vivenciar situações de aprendizagem nas quais eles eram os protagonistas, nas quais tinham liberdade de conhecer por meio da experiência, do contato e da troca com os colegas. Esse ambiente se mostrou produtivo em ideias, em cooperação e em informações contextualizadas e realmente embasadas em conhecimentos. Conhecimentos esses construídos por meio de suas autonomias para a aprendizagem.

## **6.6. Considerações finais**

Os resultados deste trabalho nos ajudam a argumentar a favor de metodologias de ensino que busquem desenvolver nos estudantes capacidades que vão além da sala de aula. Atitudes frente à aprendizagem que levem à autonomia desses alunos e que eles possam



utilizá-las em sociedade. Proporcionar meios e recursos que capacitem nossos jovens a compreender e interpretar o mundo em que vivem faz uma diferença de vida que vai além da educação, pois ajuda a mudar os panoramas sociais em que se encontram. Conforme Zabala (2010, p. 80):

A escola tem que ser um lugar para a reflexão crítica da realidade, que favoreça uma verdadeira compreensão dos fatos além da visão simplificadora ou deformadora que, às vezes, os meios de comunicação e certos livros oferecem. Deve desenvolver aos alunos a capacidade de tomar decisões com base na reflexão e no diálogo, promovendo mais do que a formação de futuros cientistas, mas sim a educação de cidadãos em uma cultura científica básica, capacitando-os para interpretar os fenômenos naturais e para agir de forma crítica e responsável diante dos problemas sociais.

Fazer com que os estudantes aprendam a pensar e refletir os torna aptos a vivenciar as situações cotidianas. Nesta sociedade da informação, a exigência é que se saiba discutir e analisar essas informações, e não apenas reproduzi-las. Esta sociedade exige que o ensino seja modificado, pois o ensino dito “tradicional”, baseado em repetições de exercícios, não pode ser concebido como ideal para desenvolver as habilidades que se tornam fundamentais em uma era de tecnologias abundantes.

Quando os estudantes desenvolvem a aprendizagem a partir de problemas, eles não deixam de aprender conteúdos relevantes para o ensino escolar, ao contrário, ao resolver os problemas contextualizados nas disciplinas ou de forma interdisciplinar, o estudante consegue ver o conteúdo como um todo, consegue inseri-lo em alguma realidade, e não apenas imaginar. Dessa forma, o aprendizado se torna mais fácil e o aluno assimila o conhecimento, ao invés de apenas memorizar para a prova. Em defesa da resolução de problemas, Klein & Guridi (2010) argumentam que:

O uso de problemas como ponto de partida para a aprendizagem capacita os alunos a irem além de respostas previamente estabelecidas e a buscarem respostas às perguntas que os inquietam uma vez que os problemas não têm respostas prontas ou únicas. O conhecimento prévio do sujeito sobre o tema contribui tanto para a formulação de suas dúvidas quanto para a busca de respostas. Quando esses processos se realizam em grupo, ou seja, quando os problemas são propostos e desenvolvidos com vistas a um trabalho coletivo, as possibilidades de troca de conhecimento entre os sujeitos aumentam significativamente. A aprendizagem, no entanto, não fica restrita ao conhecimento prévio dos alunos, eles devem buscar respostas utilizando-se de procedimentos investigativos e do conhecimento disponível nas mais diferentes fontes.

Visto isso, incentivamos o uso da ABP como uma boa ferramenta de ensino-aprendizagem, pois nela conseguimos desenvolver desde os conteúdos até as atitudes dos estudantes para a construção de conhecimento. Além disso, como visto nas referências anteriores, o trabalho em grupo feito pelas metodologias de resolução de problemas promove uma socialização entre os estudantes, que favorece a troca de ideias, saberes e aprendizagens.

Os resultados apresentados nessa pesquisa apontam que novos métodos de ensino devem ser utilizados quando a ideia que se tem de educação seja a de formar pessoas capazes de compreender as necessidades de seu tempo. O professor deve acompanhar as mudanças vividas pela sociedade e principalmente pelos jovens, que são alvo de seu trabalho, e isso inclui acompanhar as mudanças do ensino em sala de aula. Sabemos que as salas de aula são compostas por seres heterônomos e que uma prática de ensino que não muda nunca não consegue atingir a todos os estudantes. A mudança na forma de perceber a aprendizagem nos faz estar sempre atentos aos nossos alunos, analisando quais metodologias podem ser mais ou menos eficientes. Para Becker (2012, p. 91):

A educação precisa ser transformada e não apenas no que concerne às relações de sala de aula – micromundo onde se estruturam as relações pedagógicas por excelência. Precisa ser estruturada também no que concerne à formação dos professores. Como pode um professor reconceber as relações pedagógicas de sala de aula se ele mesmo é vítima de uma visão precária, empirista, da matéria-prima de seu fazer, o conhecimento? Como ele pode propor e praticar a dialética das relações entre professor e aluno, entre ensino e aprendizagem, entre saber constituído e saber constituinte, entre estrutura e função, entre ciência e acontecimentos factuais, se ele mesmo é vítima de uma visão de mundo antidialética? Como ele pode conceber o conhecimento como uma construção, se sua base epistemológica e anticonstrutivista, anti-interacionista?

Assim, para que o professor possa estar preparado para as mudanças no cenário educacional, ele deve estar aberto a novos conhecimentos, para que possa permitir e proporcionar isso a seus alunos também. Assim como os estudantes que queremos, o docente deve sempre estudar, pesquisar e questionar, jamais reproduzir métodos sem que haja uma reflexão sobre o que se está fazendo e ensinando. De forma alguma, defendemos a extinção de metodologias de ensino que não sejam de resolução de problemas, pois sabemos que cada método teve e ainda tem seus benefícios, e que cada um possui suas particularidades e adequações a determinadas situações. O que pretendemos, com este trabalho, é apontar um novo caminho, uma alternativa a um ensino unicamente de conteúdos. Pois, conforme Becker (2012, p. 40):

Os conteúdos devem estar a serviço do aumento da capacidade de aprendizagem (construção de estruturas realizada pelo desenvolvimento) e não constituir um fim em si mesmos: as estruturas permanecem, subsumidas por estruturas mais capazes; os conteúdos caducam ou são relativizados. Por isso, o ensino deve organizar-se, primeiramente, no sentido do conhecimento-estrutura e só secundariamente no sentido do conhecimento-conteúdo.

Os conteúdos são importantes, entretanto, a aprendizagem desses pode ser acompanhada por construções de habilidades que farão com que esses conteúdos sejam mais facilmente compreendidos e conseqüentemente capacitarão esses estudantes como cidadãos, pois terão meios e recursos que vão além da informação.

Podemos concluir que as atividades geraram um envolvimento maior dos estudantes com as situações realizadas neste trabalho. O fato de a metodologia da ABP colocar o aluno no foco da aprendizagem faz com que ele se sinta responsável por aquilo que está conhecendo e, portanto, faz com que ele se motive a buscar os recursos necessários para que encontre a solução para o problema apresentado. Desta forma, acreditamos que podemos alcançar uma educação de qualidade, formando não apenas estudantes sábios, mas pessoas capazes de compreender o seu mundo e atuar sobre ele, inserindo cidadãos críticos e autônomos na sociedade, com a aptidão para construir suas ideias, e não apenas reproduzirem o que já foi pensado.

### **6.7. Referências**

- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
- CARVALHO, A. M. P de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- COUTINHO, C.; LISBÔA, E. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, Lisboa, v. XVIII, n. 1, 2011.
- CRUZ, J. M. de O. Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 29, n. 105, 2008.
- DEELMAN, A.; HOEBERIGS, B. A ABP no contexto da Universidade de Maastrich. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.

- FORTES, C. C. Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor. *Revista acadêmica Senac online*. 6. ed. 2009. Disponível em: <[http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial\\_20120517101727.pdf](http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20120517101727.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2015.
- HARGREAVES, A. *Teaching in the knowledge society: education in the age of insecurity*. New York: Teachers College Press, 2003.
- KLEIN, A. M.; GURIDI, V. Construtivismo, ABP e formação de professores. *Revista ComCiência*, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=672>>. Acesso em: 27 nov. 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.
- MARQUES, T. B. I. Professor ou pesquisador? In: BECKER, F.; MARQUES, T. B. I. *Ser professor é ser pesquisador*. Porto Alegre: Mediação, 2007.
- MARSIGLIA, R. M. G. Orientações básicas para a pesquisa. In: MOTA, A. E. [et al]. *Serviço social e saúde: formação e trabalho profissional*. São Paulo: OPAS, OMS, Ministério da Saúde, 2007. Disponível em: <[http://www.fnepas.org.br/pdf/servico\\_social\\_saude/texto3-1.pdf](http://www.fnepas.org.br/pdf/servico_social_saude/texto3-1.pdf)>. Acesso em: 1 maio 2015.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, 1999.
- PIAGET, J. A educação da liberdade. (1945). In: PARRAT-DAYAN, S.; TRYPHON, A. (org.). *Sobre a pedagogia – Textos inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1998.
- POZO, J. I. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- \_\_\_\_\_; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; JAKSON, R. B.; WATERMAN, M.; STANLEY, E. *Biological inquiry: A workbook of investigative cases*. Benjamin Cummings, 2010.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SCHÜTZ, L. S. Sótãos e porões: sacudindo a poeira do Colégio de Aplicação, 1994. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/sobre/um-pouco-da-historia-do-colegio-de-aplicacao-da-ufrgs>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

SIMAS, C.; VASCONCELOS, F. Método ABP na medicina: origem e desdobramentos. *Revista ComCiência*, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=671>>. Acesso em: 3 fev. 2015.

VOGT, C. Ensino e aprendizagem: problemas como solução. *Revista ComCiência*, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=669>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

ZABALA, A.; ARNAU, L. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro passo para que ocorra uma mudança no cenário da educação brasileira é aceitar que existem fragilidades no processo de ensino-aprendizagem baseado no método tradicional, que ainda é muito utilizado nas escolas. A ideia de um ensino pautado na transmissão de conteúdos não pode mais ser vista como benéfica, pois a sociedade atual em que vivemos não permite que se domine apenas a cópia e a reprodução de informações. A chamada sociedade do conhecimento exige que se pense as informações, que se reflita antes de reproduzi-las, para que assim se possa construir conhecimentos. Conforme Pozo & Crespo (2009), essa sociedade está em constante mudança, e, para acompanhar as novas demandas que surgem a todo instante, é preciso que tenhamos futuros cidadãos com capacidades de aprendizagem que permitam as adaptações necessárias a cada nova mudança. Essa condição torna as formas de aprender mais importante que os conteúdos, entretanto, não podemos esquecer que estes são importantes quando se tratam de vestibulares e ENEM. Acreditamos que, com as teorias construtivistas, podemos unir os conteúdos e as formas de maneira a favorecer uma aprendizagem para todos.

Falar de construtivismo é falar de construção de conhecimento. É pena que a compreensão do construtivismo na escola reduziu-se à compreensão da construção de conteúdos; o que, reconhecemos, já é um avanço. Nessa visão epistemológica, constrói-se não apenas conteúdos, mas também formas, estruturas ou capacidades. (Becker, 2007, p. 15)

O entendimento de que em uma sala de aula teremos alunos que estarão se preparando para o futuro acadêmico e outros que não pretendem fazer um curso superior nos leva a buscar estratégias para que ensino não fique concentrado apenas em conteúdos nem apenas em habilidades. Dessa forma, reafirmamos que a Aprendizagem Baseada em Problemas pode ser uma opção para solucionarmos essa questão. A ABP busca construir habilidades nos estudantes ao mesmo tempo em que trabalha os conteúdos, ou seja, ela contextualiza os conteúdos em problemas nos quais os estudantes aplicarão habilidades para resolvê-los e conseqüentemente aprenderão. Para Pozo (1998, p. 14-15):

Ensinar a resolver problemas não consiste somente em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também de criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Não é uma questão de somente ensinar a resolver problemas, mas também

de ensinar a propor problemas para si mesmo, a transformar a realidade em um problema que mereça ser questionado e estudado.

Compreender que os estudantes precisam ser estimulados a buscar seus conhecimentos é fundamental para que possamos mudar a concepção atual de educação presente nas escolas. A construção de conhecimentos leva o estudante ao envolvimento com sua aprendizagem, visto que ele encontrará a melhor forma de compreender os assuntos estudados.

A associação da metodologia da ABP com a teoria construtivista foi o nosso primeiro delineamento neste trabalho. Com ele, pudemos perceber que, há muito tempo, se fala em modificar as metodologias de ensino tradicionais, em alterar a relação professor-aluno baseada em transmissão de conhecimentos, mas que poucas mudanças podemos perceber nas salas de aula atuais. Apresentamos, nesse artigo, as referências sobre construtivismo e sobre a ABP, formando a base teórica desta dissertação e mostrando a estreita e feliz relação desses referenciais. Os autores com quem “conversamos” no primeiro artigo nos guiaram para a realização desta pesquisa, fomentando a expectativa de que uma nova realidade para a educação básica é possível.

No segundo artigo desta dissertação, buscamos analisar a percepção dos nossos alunos acerca da metodologia que lhes foi apresentada. Queríamos perceber se existiam relações entre as observações que fazíamos, os resultados dos relatórios deles e a opinião desses estudantes. Essas relações podem ser percebidas quando avaliamos os resultados do segundo e do terceiro artigos. Não era apenas uma percepção nossa, como descrita nos relatos das observações, os resultados dos relatórios estavam de acordo com nossas expectativas: os estudantes estavam mais interessados e envolvidos com a aprendizagem. Além disso, não foi algo que apenas nós conseguíamos enxergar, os próprios alunos se perceberam mais atentos. Conforme Pozo & Crespo (2009, p. 40-41):

A pesquisa psicológica mostrou a importância da motivação na aprendizagem. Sem motivação não há aprendizagem escolar. Dado que o aprendizado, pelo menos o explícito e intencional, requer continuidade, prática e esforço, é necessário (na etimologia da palavra motivação) mobilizar-se para o aprendizado. [...] Não podemos pensar de antemão que os alunos estão interessados em aprender ciência. Um dos objetivos da educação científica deve ser, justamente, despertar neles esse interesse.

Assim, conseguimos mostrar que a mudança na metodologia favoreceu o interesse dos estudantes por aprender. O fato de colocarmos os alunos como protagonistas das suas

aprendizagens os fez desenvolver atitudes que favoreceram o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas.

A aquisição de habilidades foi o tema do terceiro e último artigo deste trabalho. A ideia de desenvolver nos estudantes a competência da resolução de problemas implica a construção de habilidades que levarão a este objetivo. Para Zabala & Arnau (2010, p. 11):

A competência, no âmbito da educação escolar, deve identificar o que qualquer pessoa necessita para responder aos problemas aos quais será exposta ao longo da vida. Portanto, a competência consistirá na intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam, ao mesmo tempo e de maneira inter-relacionada, componentes atitudinais, procedimentais e conceituais.

Dessa forma, o objetivo do último artigo pretendeu verificar o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas por meio da análise de observações realizadas em aulas e da análise conteúdo dos relatórios dos estudantes. Esse artigo mostrou que as atividades baseadas na metodologia da ABP estimulam a construção de atitudes que mobilizam os estudantes a buscar estratégias para a resolução de um problema. Na fala de Piaget (1998, p. 162), quando cita John Dewey, podemos perceber a importância de deixar que os alunos construam seus conhecimentos, que busquem eles mesmos as respostas que necessitam:

Como foi mostrado profundamente por Dewey, o interesse verdadeiro surge quando esse se identifica com uma idéia ou um objetivo, quando encontra deles um meio de expressão e eles se tornam um alimento necessário à atividade. Quando a escola ativa exige que o esforço do aluno venha dele mesmo sem ser imposto, e que sua inteligência trabalhe sem receber os conhecimentos já todos preparados de fora, ela pede simplesmente que sejam respeitados as leis de toda a inteligência.

Dessa forma, estamos proporcionando que os estudantes pensem sobre os assuntos apresentados e não que apenas memorizem para a prova. A construção da inteligência se dá no momento que o estudante consegue contextualizar e significar os conteúdos que aprende, passando as informações para conhecimentos, o que não ocorre com a transmissão de conteúdos. Becker (2012) e Pozo & Crespo (2009) defendem que os conteúdos devem ser secundários na educação escolar, pois, construindo as estruturas necessárias para a aprendizagem, os estudantes serão capazes de assimilar os conteúdos, o contrário não será verdadeiro.



Assim, consideramos que os objetivos do trabalho foram alcançados, pois conseguimos analisar o desenvolvimento desse grupo de estudantes frente a uma metodologia ativa de ensino, mostrando que é possível modificar a situação atual do ensino nas escolas. Não se pretende com isso defender que apenas uma forma de aprendizagem é possível, ou que essa metodologia é a ideal, mas apenas considerar que alternativas existem e podem ser utilizadas com sucesso. O que se pretende com isso é incentivar professores a serem pesquisadores, a não deixarem de tentar compreender a aprendizagem de seus alunos. Existe muita riqueza nas relações que ocorrem em sala de aula e estas não podem ser perdidas. Não podemos aqui encerrar sem nos mostrarmos extremamente felizes pelos resultados obtidos, pois demonstram que o esforço e dedicação empregados nesses dois anos de pesquisa foram muito satisfatórios. Esses resultados nos motivam ainda mais a continuar lutando por uma educação que construa o pensamento, que exercite as capacidades de nossos estudantes. Encerramos com a certeza de que não iremos nos acomodar com esses resultados, que levaremos adiante as aprendizagens obtidas, para que outros professores e professoras também possam sentir a satisfação que estamos sentindo em vermos estudantes mais ativos. Continuaremos nossas pesquisas para buscar sempre novidades, para não pararmos no tempo e podermos manter nossos alunos atualizados. Uma educação de qualidade depende do esforço de todos, e, se cada um se propuser a fazer a sua parte, deixaremos cidadãos mais conscientes, autônomos e capazes de viver em uma sociedade tão exigente quanto a nossa.

## REFERÊNCIAS

- ALBERGARIA, D. Pensando criticamente as novas abordagens de ensino. *Revista ComCiência*, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=677>>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.
- ARAÚJO, U. F.; ARANTES, V. A. Comunidade, conhecimento e resolução de problemas: o projeto acadêmico da USP Leste. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
- CARVALHO, A. M. P de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- \_\_\_\_\_. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CHRISTENSEN, C. M. Introdução. In: CHRISTENSEN, C. M. et al. *Inovação na sala de aula: como a inovação de ruptura muda a forma de aprender*. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- COSTA, V. C. I. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). *Revista Távola Online*. n. 5-3, 2011. Disponível em: <<http://nucleotavola.com.br/revista/aprendizagem-baseada-em-problemas-pbl>>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- COUTINHO, C.; LISBÔA, E. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, Lisboa, v. XVIII, n. 1, 2011.
- CRUZ, J. M. de O. Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 29, n. 105, 2008.
- DEELMAN, A.; HOEBERIGS, B. A ABP no contexto da Universidade de Maastrich. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.
- DEWEY, J. *Vida e educação*. 6. ed. São Paulo: Melhoramento, 1967.
- \_\_\_\_\_. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. 4. ed. São Paulo: Nacional, 1979.

- ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (org.). *Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior*. 2. ed. São Paulo: Summus, 2009.
- FORTES, C. C. Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor. *Revista acadêmica Senac online*. 6. ed. 2009. Disponível em: <[http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial\\_20120517101727.pdf](http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20120517101727.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2015.
- GATTI, B. A. Estudos quantitativos em educação. *Educação e Pesquisa*, v. 30, n. 1, 2004.
- GUIMARÃES, S. E. R.; BURUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 17(2), p. 143-150, 2004.
- GUINCHAT, C.; MENO, M. Introduction générale aux sciences et techniques de l'information et de la documentation, publ. De l'Unesco, 1982. In: BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- HARGREAVES, A. *Teaching in the knowledge society: education in the age of insecurity*. New York: Teachers College Press, 2003.
- HMELO-SILVER, C. E. Problem-Based Learning: what and how do students learn? *Educational Psychology Review*, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.
- KLEIN, A. M.; GURIDI, V. Construtivismo, ABP e formação de professores. *Revista ComCiência*, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=672>>. Acesso em: 27 nov. 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.
- MARQUES, T. B. I. Professor ou pesquisador? In: BECKER, F.; MARQUES, T. B. I. *Ser professor é ser pesquisador*. Porto Alegre: Mediação, 2007.
- MARSIGLIA, R. M. G. Orientações básicas para a pesquisa. In: MOTA, A. E. [et al]. *Serviço social e saúde: formação e trabalho profissional*. São Paulo: OPAS, OMS, Ministério da Saúde, 2007. Disponível em: <[http://www.fnepas.org.br/pdf/servico\\_social\\_saude/texto3-1.pdf](http://www.fnepas.org.br/pdf/servico_social_saude/texto3-1.pdf)>. Acesso em: 1 maio 2015.
- MARTINELLI, S. de C.; SISTO, F. F. Motivação de estudantes: um estudo com crianças do ensino fundamental. *Avaliação Psicológica*, 9(3), p. 410-420, 2010.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, 1999.

- MORIN, E.; ALMEIDA, M. da C. de; CARVALHO, E. de A. (org.). *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- PIAGET, J. *Para onde vai a educação?* 2. ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1974.
- \_\_\_\_\_. Problemas de psicologia genética. *Os pensadores*. São Paulo: Abril Cultural, 1975.
- \_\_\_\_\_. *Psicologia e pedagogia*. 1. ed. 9. reimp. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1998.
- \_\_\_\_\_. Observações psicológicas sobre o trabalho em grupo. (1935). In: PARRAT-DAYAN, S.; TRYPHON, A. (org.). *Sobre a pedagogia: textos inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- \_\_\_\_\_. A educação da liberdade. (1945). In: PARRAT-DAYAN, S.; TRYPHON, A. (org.). *Sobre a pedagogia – Textos inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Epistemologia genética*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- POLITO, A. G. Michaelis: dicionário de português online. São Paulo: Melhoramentos, 2009. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=construir>>. Acesso em: 9 jan. 2015.
- PONTE, J. P. M. Investigar, ensinar e aprender. *Actas do ProfMat*, 2003. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~brolezzi/disciplinas/20121/mat1500/investigar.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2014.
- POZO, J. I. (org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; JAKSON, R. B.; WATERMAN, M.; STANLEY, E. *Biological inquiry: a workbook of investigative cases*. Benjamin Cummings, 2010.
- SAVERY, J. R. Overview of Problem-Based Learning: definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://docs.lib.purdue.edu/ijpbl/vol1/iss1/3/>>. Acesso em: 11 fev. 2014.
- SCHÜTZ, L. S. Sótãos e porões: sacudindo a poeira do Colégio de Aplicação, 1994. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/colégiodeaplicacao/sobre/um-pouco-da-historia-do-colegio-de-aplicacao-da-ufrgs>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

SIMAS, C.; VASCONCELOS, F. Método ABP na medicina: origem e desdobramentos.

*Revista ComCiência*, 2010. Disponível em:

<<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=53&id=671>>. Acesso em: 3 fev. 2015.

TAPIA, J. A. *Motivación para el aprendizaje*: las perspectivas de los alumnos. Ministerio de Educación y Ciencia. La educación escolar en centros educativos. Madri: MEC, 2005.

VOGT, C. Ensino e aprendizagem: problemas como solução. *ComCiência – Revista eletrônica de Jornalismo Científico*, v. 115, 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

ZABALA, A.; ARNAU, L. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1 – Termo assinado pelos estudantes

#### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, declaro por meio deste termo que ACEITO participar do Projeto de Pesquisa intitulado: “A Aprendizagem Baseada em Problemas como ferramenta para a construção de habilidades nas Ciências da Natureza” sob coordenação da Professora Pesquisadora Dra. Lauren Martins Valentim, através da análise, pela professora, de avaliações individuais realizadas por mim na disciplina de Biologia. As questões analisadas serão de resolução de problemas. Declaro que fui informado que o objetivo principal deste projeto de pesquisa é: avaliar a contribuição do método da Aprendizagem Baseada em Problemas no desenvolvimento da capacidade de investigação e resolução de problemas. Declaro que foi igualmente informado de que, o uso de informações coletadas a partir das avaliações será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, trabalhos de conclusão de curso, etc.), identificados somente por sigla e número relativo à série do participante. Também estou ciente de que sou livre para escolher se desejo participar da pesquisa, podendo optar por não disponibilizar os materiais que produzirei em aula. A colaboração terá início quando for entregue este presente termo devidamente assinado. Estou ciente de que, em caso de dúvida, poderei contatar a coordenadora do Projeto, pelo telefone 3308-6987 para os devidos esclarecimentos desejados.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Professor Pesquisador

Lauren Valentim

Email: [lmvalentim@hotmail.com](mailto:lmvalentim@hotmail.com)

## APÊNDICE 2 – Termo assinado pelos responsáveis dos estudantes

### TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, declaro por meio deste termo que AUTORIZO o(a) estudante \_\_\_\_\_ a participar do Projeto de Pesquisa intitulado: “A Aprendizagem Baseada em Problemas como ferramenta para a construção de habilidades nas Ciências da Natureza” sob coordenação da Professora Pesquisadora Dra. Lauren Martins Valentim, através da análise, pela professora, de avaliações realizadas pelo(a) aluno(a) na disciplina de Biologia. As questões analisadas serão de resolução de problemas. Declaro que fui informado que o objetivo principal deste projeto de pesquisa é: avaliar a contribuição do método da Aprendizagem Baseada em Problemas no desenvolvimento da capacidade de investigação e resolução de problemas. Declaro que foi igualmente informado de que, o uso de informações coletadas a partir das avaliações será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários, trabalhos de conclusão de curso, etc.), identificados somente por sigla e número relativo à série do participante. A colaboração terá início quando for entregue este presente termo devidamente assinado. Estou ciente de que, em caso de dúvida, poderei contatar a coordenadora do Projeto, pelo telefone 3308-6987 para os devidos esclarecimentos desejados.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Professor Pesquisador

Lauren Valentim

Email: lmvalentim@hotmail.com

**APÊNDICE 3 - Questionário para alunos**

Responda com atenção e sinceridade, não sendo necessária a identificação!

5. Você lembra das aulas dos períodos compartilhados de Química e Biologia que teve no ano passado? Se sim, o que mais lhe marcou?

---

---

---

6. Você gostava da forma que as aulas de Química e Biologia eram dadas naqueles períodos? Por que?

---

---

---

7. Você consegue perceber a diferença entre as aulas que você teve no ano passado (período compartilhado) com as aulas que está tendo agora no 3º ano? Se sim, diga as diferenças que você percebe.

---

---

---

- 4- A) Você acha que aprendeu algo além das disciplinas de Biologia e Química nessas aulas? Se sim, o que?

B) Você acha que desenvolveu habilidades por causa dessas aulas? Se sim, o que?

---

---

---

- 5- Você acha que as aprendizagens que teve no ano passado te ajudam de alguma forma nas aulas deste ano? Como?

---



---

---

6- Você percebeu se aplicou alguma das aprendizagens do ano passado no seu cotidiano?

---

---

---

7- Você se sentia mais interessado em aprender com aquela metodologia? Se sim, por quê?

---

---

## ANEXOS

### ANEXO 1 – Atividade 1

#### O SEGREDO DE SALÉM

##### Parte I

Havia um frio no tribunal naquele dia, mais frio do que poderia ser explicado pelo inverno insuportável. Era um frio que começava na parte de trás do pescoço e se alojava no fundo da coluna vertebral. Algo maligno estava acontecendo. A pergunta era: a quem esse mal pertencia?

"Ela matou o bebê da senhora Betty. Ela o matou com aqueles olhos maus. Eu a vi olhando, como num transe, para a casa da Betty ao pôr do sol, na semana passada. Em seguida, sua vaca e seu bebê morreram. Ela também faz venenos em sua casa. Quando as pessoas não tomam seu veneno, ela envia seu espírito para forçá-los a engolir. Eu vejo seu espírito aqui agora. Está perto da Abby. Oh Abby, Abby! Seja cuidadosa Abby, ela tem pregos nas mãos e eles estão vermelhos de quente! Parem ela, ela está me espetando! Me ajudem, estou queimando ... Me ajudem ... "

O tribunal se encheu de sussurros enquanto os espectadores assistiam às duas meninas; Elisabeth, que falava, e Abby, sua melhor amiga, que choravam e golpeavam seus braços e pernas como se matassem abelhas invisíveis. Suas contorções se transformaram em crises convulsivas, que eram tão grotescas e violentas que as testemunhas concordaram que não poderiam estar sendo encenadas. Logo, como se por sugestão, outras garotas do círculo de amizades de Elisabeth e Abby começaram a sentir as mesmas coisas. As meninas caíram, exaustas. Dr. William Griggs, o médico da vila, examinou as meninas e, encontrando apenas hematomas na pele, fez um diagnóstico, "... a mão do mal está sobre elas. Elas estão enfeitiçadas ".

Hathorne, o magistrado, dirigiu sua atenção para Sarah Good, a última mulher a ser acusada de bruxaria em Salem em 1692, e com uma voz poderosa perguntou: "Senhora, por que tortura essas meninas assim?"

"Senhor, eu não machuco elas."

"Quem você chamou para fazer isso então?"

"Eu não chamei ninguém."

"E o que você tem a dizer sobre os venenos que você mantém em sua casa?"

"Eles são nada mais do que bons caldos. Quando uma criança está para nascer de uma mulher da vila ... meus caldos ajudam no parto. "

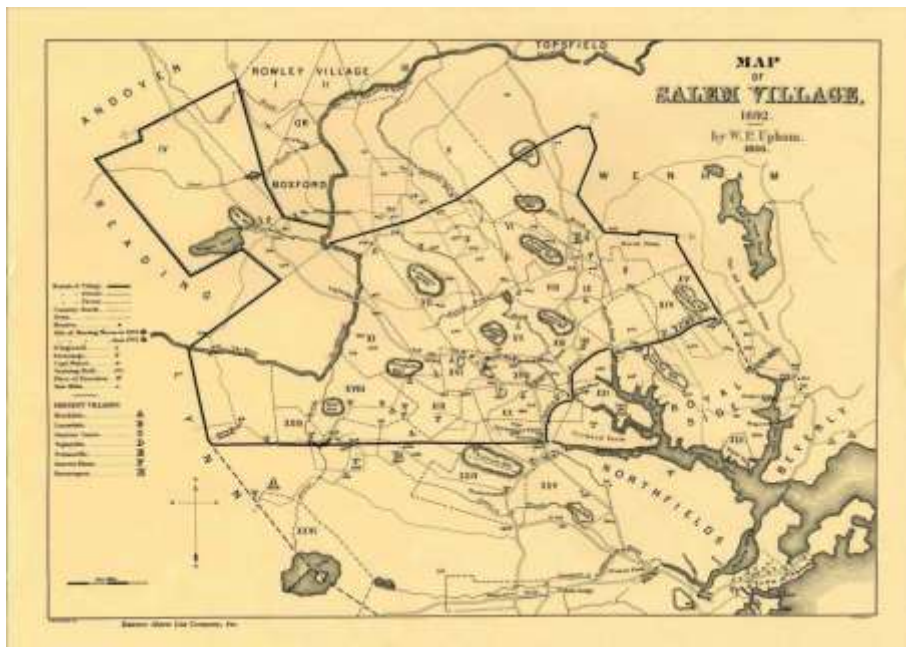
"Qual espírito demoníaco a orienta na confecção destes caldos?"

"Nenhum espírito senhor, eu estou sendo acusada injustamente."

Cenas como essa não eram incomuns na Nova Inglaterra. Sabe-se que um grupo de jovens garotas em Salem foram o estopim que levou a acusações de feitiçaria contra mais de 200 pessoas. Estas acusações resultaram na execução de vinte pessoas.

**Pergunta 1-O que você acha que fez as meninas a se comportarem dessa maneira?**

Para entender os fenômenos em Salem, é necessário compreender a cultura e a comunidade da época. Em geral, a vida era difícil. Terras cultiváveis e ricas eram escassas, e para obter qualquer tipo de alimento era necessário um trabalho físico extenuante. A dieta era pobre, deficiente em nutrientes e vitaminas essenciais. Muitas vezes colonos, incluindo crianças de tenra idade, trabalhavam desde o sol nascer até depois de escurecer. Os índices de doenças e morte eram altos. Não era incomum que as famílias sofressem a perda de filhos.



O ano entre 1691-1692 não foi particularmente bom para os puritanos, com um inverno rigoroso e uma primavera chuvosa. Como resultado, a colheita naquele ano foi extremamente pobre. Além disso, muitas famílias escapando das guerras indígenas do Maine havia se mudado para o lado noroeste da área conhecida como Salem, numa área chamada Vila de Salem. Esta situação obrigou os agricultores a "utilizar suas terras pantanosas, arenosas e marginalizadas" (Matossian, 1982) para a produção de centeio e as famílias na comunidade a compartilhar culturas. Além de todos esses males, havia um claro desequilíbrio no status social e no poder, os "ricos" do lado leste da cidade estavam em conflito direto com os "pobres" da aldeia. Os moradores de Salém estavam descontente por ter de pagar impostos e se submeter à Cidade de Salem, sem receber qualquer benefício direto. Além disso, Salem estava dividida pela liderança de dois homens fortes (Parris da Vila e Proctor da Cidade). O grupo original de garotas acusadoras era da família Parris.

Puritanos eram fervorosamente religiosos e acreditavam fortemente no equilíbrio entre o bem eo mal. Para eles, o diabo era "um ser físico encarnado, lá presente para seduzi-los do

caminho da justiça" (Woolf, 2000). Em 1692 iniciaram as acusações e condenações à morte por enforcamento em Salem. O teste decisivo para saber se uma pessoa estava enfeitiçada não era substancial: bastava a mera acusação de evidência visual (as vítimas "viam" uma bruxa tocar, beliscar, ou prejudicá-las) era suficiente para colocar um cidadão em risco. Da mesma forma, podia-se ganhar o título de bruxa quando o "passar" pela casa de uma pessoa ou o "fixar o olhar" sobre alguém coincidia com um bebê natimorto ou com a morte de um animal doméstico.

**Pergunta 2**-Na passagem de abertura, que "evidência" as meninas forneciam indicando a presença de bruxas / bruxaria? (Registre as evidências em uma folha)

**Pergunta 3**-Imagine que você está vivendo em Salem em 1692. Desenvolva uma hipótese com base em suas observações. (Lembre-se que uma hipótese deve ser apoiada por evidências científicas.)

**Pergunta 4**-Reflita por um momento sobre o conceito de evidência. Como podemos definir "evidência" na ciência? As evidências do caso das meninas são apoiadas cientificamente?

## Parte II-Histeria em massa

Por mais de 100 anos, a crença predominante era de que a tragédia Salem foi resultado direto de histeria em massa, condição na qual um grande grupo de pessoas exibem sintomas físicos ou emocionais semelhantes, não imputáveis a qualquer causa fisiológica. As meninas de Salem experimentaram uma variedade de sintomas incomuns. Na ausência de um diagnóstico médico claro, e com base na tecnologia limitada da época, o médico que examinou as meninas declarou que elas estavam enfeitiçadas.

Comportamentos humanos coletivos, no entanto, são mais comuns do que muitas pessoas imaginam. Alguns são simplesmente manias e modismos que muitas vezes afetam os adolescentes e outros grupos sociais. Outros são bizarros, tais como o exemplo abaixo que ocorreu no início de 1900, quando vários alunos estavam convencidos de seus pênis estavam encolhendo. Muitos, porém, são menos inócuos e envolvem sintomas graves de doenças. Abaixo estão listados alguns exemplos de eventos de histeria em massa ao longo de vários séculos.

Sul da Europa, especialmente a Itália	De 1200 a 1800	Sintomas como dor de cabeça, tontura, espasmos e delírios, culminando em uma dança frenética, em resposta à picada de uma aranha tarântula.
Milão, Itália	1630	Várias pessoas foram executadas depois de terem

		sido condenadas por espalhar veneno na cidade, em cooperação com o Demônio.
Szechwan, China	1907	Vinte estudantes se convenceram de que seus pênis estavam encolhendo.
Newark, EUA	1938	Após o programa de rádio de H.G. Wells chamado “Guerras do Mundo”, que dramatizou um “ataque por gases vindos de Marte”, ocorreu pânico em massa que atingiu milhares de pessoas. Muitos foram param nos hospitais, em estado de choque.
Cisjordânia	1983	Aproximadamente mil pessoas, na rua maioria mulheres, sofreram dores de cabeça, tontura, desmaios e dor abdominal. Foi inicialmente atribuído a gás venenoso.
Kosovo, Iugoslávia	1990	Surto desintomas de gripe-como cefaléia, tonturas e desconforto respiratório, que persistiu por semanas e afetou milhares de pessoas, na maioria albaneses adolescentes. Inicialmente atribuído a envenenamento pelos sérvios.
Central Falls, EUA	1991	Dezessete estudantes e quatro professores com rápido aparecimento de

		sintomas como tontura, dor, vômito e calafrios. Inicialmente atribuído à exposição a algum reagente químico ou gás tóxico.
Uma grande universidade no centro-oeste, EUA	1996	69 universitários e funcionários com falta de ar, irritação nos olhos e na pele e mal-estar. Inicialmente atribuído a uma substância encontrada no bar do campus.
McMinnville, EUA	1998	Depois de detectar um odor semelhante a gasolina, 200 estudantes e funcionários tiveram dor de cabeça, náusea, falta de ar e tontura.
Amman, Jordânia	1998	Mais de 800 alunos entre a 1ª e a 10ª série apresentaram uma variedade de sintomas como febre, aperto no peito, calafrios e desmaios depois de uma vacina contra tétano-difteria.

**PERGUNTA:** Incidentes envolvendo bruxaria eram comuns entre as culturas da época, mas nenhum teve o efeito devastador que Salem teve. Que outros fatores poderiam ter contribuído para o fenômeno de Salem?

Como fonte de consulta para sua investigação, a Tabela 2 foi extraída a partir de um artigo escrito por Nicholas Spanos e Jack Gottlieb sobre os julgamentos de bruxas de Salem, publicado em 1976 na revista *Science*. Spanos e Gottlieb coletaram estes dados através da leitura do livro “Records of Salem Witchcraft (Woodward, 1864; reimpresso em 1969), registrando a frequência de sintomas sofridos por testemunhas fora do grupo original de meninas. Na época dos julgamentos, a população de adultos de Salem foi estimada em 215 pessoas; não existe nenhuma estimativa para a população infantil.

Reported sufferers	RSW vol. & page*	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Total
W. Allan	I:38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
J. Bayley	I:113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	4
S. Bittford	I:108	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
A. Booth	II:180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
J. Childen	I:92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
G. Cory	I:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
J. Doritch	I:262 and II:179	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	1	0	1	0	0	0	3
B. Gould	II:178	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3
J. Holton	I:71	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J. Hughes	I:38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
J. Indian	I:64	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
T. Indian	I:44	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	1	0	0	0	0	0	2
E. Keysar**	**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?	1	0	0	0	0	0	2
M. Pope	I:59	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
H. Putnam	I:275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
J. Putnam	I:95	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W. Putnam	I:96	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
D. Wilkins	II:7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
R. Wilkins	II:5	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	1	0	0	0	1	0	3
S. Wilkins	II:3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
E. Woodwell	II:178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>		0	0	0	0	2	1	2	7	0	1	16	0	3	3	2	2	39

**Legenda:** Sintomas das testemunhas (que não as meninas atingidas), que protestavam contra as bruxas acusadas. A: vômitos; B: diarreia; C: pele lívida; D: contraturas permanentes; E: dor nas extremidades; F: morte; G: rigidez muscular temporária; H: convulsões; I: apetite voraz; J: distúrbios de percepção (não incluindo aparições); K: aparições; L: sensações de quente e frio; M: sensações na pele (morder e beliscar), N: dor de estômago, O: sensações de asfixia; P: incapacidade temporária para falar; I: sintoma relatado; o: sintoma não relatado; ?: Sintoma questionável.

**ANEXO 2 – Atividade 2****O QUE ACONTECEU COM MEU CARRO?!**

Na hora do almoço ontem, o prof. Luiz, vice-diretor, foi pegar seu carro para ir almoçar e o encontrou coberto de sabão! Ele está investigando quem poderia ter participado dessa brincadeira de mau gosto, mas o mistério se torna mais difícil porque ele encontrou vários frascos diferentes cheios de sabão perto do seu carro. Alguns estudantes viram a Carol, o João, O Zezinho e a Ana soprando bolhas durante o almoço.

Uma amostra da solução foi recolhida do carro e levada para o Departamento de Química da UFRGS para análise por espectrometria de massa. Os resultados mostraram que a solução glicerina. Os pesquisadores falaram que havia manchas de grandes bolhas n o carro e eles também perceberam que as bolhas na calçada eram bem menores.

Vamos ajudar o diretor a resolver o mistério da brincadeira de mau gosto?



**ANEXO 3 – Atividade 3****AULA PRÁTICA- EXTRAÇÃO DE DNA****PROCEDIMENTO**

- 1) Selecionar 3 morangos e tirar os seus cabinhos verdes.
- 2) Colocar os morangos dentro de um saco plástico e macerá-los pressionando os morangos com os dedos até obter uma pasta quase homogênea. Transferir a pasta de morango para um copo.
- 3) Em outro copo misturar 50 ml de água, uma colher (sopa) de detergente e uma colher (chá) de sal de cozinha.
- 4) Mexer bem com o bastão de vidro, porém devagar para não fazer espuma.
- 5) Colocar a mistura de água, sal e detergente sobre o macerado de morango. Misturar levemente com o bastão de vidro.
- 6) Incubar em temperatura ambiente por 15 minutos.
- 7) Mexer de vez em quando com o mesmo bastão.
- 8) Colocar uma peneira sobre um copo limpo e passar a mistura pela peneira para retirar os pedaços de morango que restaram.
- 9) Colocar metade do líquido peneirado em um tubo de ensaio. Colocar apenas cerca de 3 dedos no fundo do tubo.
- 10) Despejar delicadamente no tubo (pela parede do mesmo), sobre a solução, dois volumes de álcool comum. Não misturar o álcool com a solução.
- 11) Aguardar cerca de 3 minutos para o DNA começar a precipitar na interface.
- 12) Usar um palito de vidro, plástico ou madeira para enrolar as moléculas de DNA. Gire o palito na interface entre a solução e o álcool.

**QUESTÕES A SEREM RESPONDIDAS PELO GRUPO:**

1. Por que é necessário macerar o morango?
2. Em que etapa do procedimento ocorre o rompimento das membranas das células do morango? Explique.
3. Qual a função do sal de cozinha?
4. Qual o papel do álcool?
5. Por que você não pode ver a dupla hélice do DNA extraído?
6. Considerando os procedimentos da extração do DNA genômico, você espera obtê-lo sem quebras mecânicas e/ou químicas?

## **ANEXO 4 – Atividade 4**

### **CRIME E ARTE**

Verônica adora as obras do artista gaúcho Matusalém de Andrade Souza e Gomes, porém normalmente não possui dinheiro para pagar à vista e usa como mercadoria de troca as joias e pedras preciosas herdadas da família. No mês passado, deu 2 pequenas pepitas de Ouro ao artista para pagar uma escultura.

A ítalo-brasileira Evelise, de 78 anos, vem de Caxias especialmente para adquirir pequenas esculturas e costuma pagar em Prata pura. Olívia Van der Walls, uma holandesa radicada em Pelotas, pagou sua última obra com um raríssimo anel de Cobre puríssimo. Hoje em dia, é raro ver-se um artista aceitar este tipo de pagamento, mas é que a família de Matusalém possui uma joalheria conceituadíssima na capital, o que lhe permite reutilizar as joias.

Ultimamente, Ana, a secretária do artista vinha observando sua constante irritação ao tentar cobrar pagamento de um cliente.

Sexta-feira, dia 07 de junho de 2013, Matusalém foi encontrado morto em sua casa, num condomínio de luxo da zona sul. No seu atelier foi encontrada uma faca suja de sangue, sua agenda e as joias recebidas como pagamento. Não foram encontrados sinais de arrombamento na residência.

#### **EM ANEXO LAUDO ELABORADO PELA PERÍCIA DO IGP-RS.**

No dia 07 de junho de 2013 as 19 horas foi encontrado morto no chão de seu atelier o artista gaúcho Matusalém Andrade Souza e Gomes. No corpo havia marca de 3 facadas no abdômen com sinais de luta. A possível arma do crime foi encontrada ao lado do corpo. Também foram encontradas joias espalhadas pelo local, bem como a agenda do artista com os nomes de seus clientes mais recentes. Os clientes recentes foram chamados para interrogatório.

Informações encontradas na cena do crime (Material extra dado conforme os alunos pedissem)

Vendas do mês de Junho/2013

Nome	Obra	Pagamento	Confirmação
Amélia Brás	Quadro	dinheiro	ok
Cristina Rubbo	escultura	parcelado	ok
Olívia Van der Walls	Escultura	Joia (anel de cobre)	pendente
Anita Oliveira	Vaso	dinheiro	ok
Verônica Mesquita	Quadro	Pepitas de ouro	pendente
Evelise Pascoalini	Quadro	Joia de prata	ok
Paulina Fonseca	Escultura e quadro	Anel de ouro	ok
Nome	Obra	Pagamento	Confirmação
Amélia Brás	Quadro	dinheiro	ok
Cristina Rubbo	escultura	parcelado	ok
Olívia Van der Walls	Escultura	Joia (anel de cobre)	pendente
Anita Oliveira	Vaso	dinheiro	ok
Verônica Mesquita	Quadro	Pepitas de ouro	pendente
Evelise Pascoalini	Quadro	Joia de prata	ok
Paulina Fonseca	Escultura e quadro	Anel de ouro	ok

Jóias encontradas na cena do crime

Anel de Cobre

Prata pura

Pepitas de ouro

Compras efetuadas com Jóias em 2013

Nome	Jóia	Data
Miriam Vasconcellos	Brinco de ouro	11/02/2013
Cláudia Rosa	Corrente de ouro	02/03/2013
Josué Alvarenga	Relógio de prata	06/03/2013
Nívea Barcelos	Pulseira de prata	21/04/2013
Rômulo Fagundes	Anel de brilhantes	17/05/2013
Verônica Mesquita	Pepitas de ouro	01/06/2013
Olívia Van Der Walls	Anel de cobre	03/06/2013
Evelise Pascoalini	Jóia de prata	04/06/2013

## ANEXO 5 – Atividade 5

### MENTOS EXPLOSION!

"Ei, Christian! Você ouviu o que aconteceu com essa menina no Shopping no sábado?", perguntou Marvin.

"Não, eu passei o fim de semana lendo o capítulo sobre as propriedades de soluções e escrevendo resumo da matéria de Química." Disse Christian.

Graça caminhou até Christian e Marvin, e acrescentou: "Eu estava lá! Ouvi pessoas falando sobre a coisa toda. Na real, eles disseram que a barriga dela explodiu!".

"Vamos cair na real! Como poderia um doce e uma bebida gaseificada fazer o estômago de alguém explodir? Nós nunca aprendemos sobre esse tipo de reação química", exclamou Christian.

"Ouvi dizer que ela comeu alguns Mentos e depois bebeu uma Coca Diet", disse Marvin. "Eu não vi nada, mas quando cheguei em casa eu fui para a internet pesquisar".

"Ah cara, você sabe que você não pode simplesmente dar um Google em qualquer assunto. A sora Lauren sempre nos disse que nem todos esses sites são verdadeiros. Qualquer um pode fazer um site", disse Graça. "Você nunca viu a quantidade de bobagens que tem online? Você tem que saber como dizer se é um site bom ou não."

"Sim Marvin. É melhor você ir para o computador e usar fontes confiáveis, como bancos de dados científicos e revistas acadêmicas", disse Christian.

"Bem, eu vi o professor de Química fazer uns experimentos na eletiva dele. Ele disse que a mistura de solvente e soluto, nesse caso, causou uma mudança física e não uma reação química." Disse Graça. Será que isso tem algo a ver com tudo que aconteceu?

Coca-Cola Company  
Caixa postal 1734  
Atlanta, GA 30301

12 de agosto de 2014.

À Equipe de Investigação de Bioquímica  
Colégio de Aplicação  
Av. Bento Gonçalves, 9500  
Porto Alegre- RS

A Coca-Cola Company está no meio de um litígio sobre a morte recente de uma jovem no Shopping Center Praia de Lindas. Nosso argumento para o caso diz que o Mentos é responsável pela reação adversa e não a Coca-Cola Zero. Muitas pessoas têm consumido Coca Zero e Mentos Fruit simultaneamente sem quaisquer reações adversas. Portanto, acreditamos que a o Mint Mentos seja responsável por desencadear a reação letal.

Seu trabalho é pesquisar as características de uma solução. Identificar quais os ingredientes no Mentos e na Coca-Cola Zero que, quando combinados numa solução, poderiam ter produzido a explosão do refrigerante. Até este ponto, nenhum dos nossos cientistas altamente qualificados foi capaz de identificar quais as propriedades físicas e/ou químicas do Mint Mentos podem ter causado tal catástrofe. O futuro da Coca-Cola Company depende de suas descobertas.

O grupo de pesquisa de vocês foi altamente recomendado pela comunidade científica como excelentes cientistas no ramo da Química. Precisamos saber com urgência os detalhes do projeto experimental que será utilizado por vocês para abordar o problema.

Estamos ansiosos para trabalhar com vocês!

Atenciosamente,

Kenneth S. Nugent  
Advogado  
Equipe Jurídica- Coca-Cola Company

## **ANEXO 6 – Atividade 6**

### **MORTE NO CLUBE**

A má notícia se espalhou rapidamente na tarde de segunda-feira. Sussurros e lágrimas estavam por toda parte. O que começou como uma reunião normal do Clube do Café da Manhã tinha terminado em tragédia absoluta ... A única boa notícia era que a presidente do clube, Dona Zinha, tinha sobrevivido. Infelizmente, o Vice-Presidente Alex, a secretária Betty e o Tesoureiro Carlos estavam mortos. Os rumores espalharam que a Presidente poderia ser responsável pela morte de seus colegas, pois uma luta pelo poder emergiu recentemente entre o Vice-Presidente Alex e a Presidente Zinha.

Zinha sempre serviu, no café da manhã do clube, vários tipos de salsicha ou linguiça além de ovos fritos, mexidos ou omelete. Não importava para ela como os ovos eram preparados, mas eles eram indispensáveis no menu. Zinha fazia questão do suco de laranja (ela não gosta de nenhuma outra fruta) e sua fonte de carboidratos favorita eram bolinhos de milho- que ninguém mais queria.

Alex estava cansado da salsicha e achava que o bacon seria uma fonte mais apropriada de proteína. Betty gostava de omelete, mas queria muito comer waffer de vez em quando, ela achava que seu corpo recebia quantidades suficientes de proteína e gordura da linguiça (bacon daria no mesmo, assim como um pouco de peixe e queijo), mas ela só aguentava comer um pedacinho de bolinho e realmente queria mais carboidratos na dieta.

Carlos, que tinha um histórico de problemas com as autoridades e um gosto inato para refrigerantes, concordou com Alex e Betty mas a sua real preocupação era o suco de laranja. Ele tinha apresentado um forte argumento a favor do leite, vitamina D, proteína e carboidratos mas infelizmente Zinha achava que a vitamina C do suco de laranja era mais importante.

Levando em conta os conflitos extremos entre os membros do clube, seria muito conveniente para a Presidente Zinha que todos os seus oponentes fossem silenciados!! A Presidente do Clube do Almoço, Dona Ana, confrontou Dona Zinha:

- “Nós sabemos que você é responsável por se livrar dos seus colegas de alguma maneira. Você é uma tirana autoritária! Nunca perguntou a opinião de ninguém e sempre determinou sozinha quando e como os outros membros do clube iriam se encontrar!”

- “Nem vem, Ana! Eu aguentei fazer reuniões de manhã para dar a oportunidade de todos comparecerem! Alguns tinham compromisso no final da tarde, outros tinham ao meio-dia. Eu só queria que todos ficassem juntos!”

- Nós sabemos que o omelete ou a linguiça estavam envenenados! VOCÊ jamais abriu mão de comer linguiça e ovos- de nenhum tipo! Como você fez isso? Como você envenenou somente a comida deles? "

- “ Eu não fiz isso!! Eu juro! Eu sei que tivemos nossas diferenças, mas são coisas pequenas! Nenhum desentendimento vale tirar a vida dos meus amigos. Eu nem consegui comer linguiça e omelete! Ontem eu fui em um buffet livre, com vários tipos de carne de porco. Eu comi mais proteína e gordura do que eu podia aguentar! Honestamente, eu passei mal a noite toda. Hoje de manhã só comi bolinho e tomei suco. Alex, Carlos e Betty comeram tudo que estava no prato e mais um pouco!”

- “Mentirosa! Esta história é muito conveniente para você. Quero ver você provar isso!”

A Presidente Ana saiu furiosa convencida de que Presidente Zinha estava mentindo e que tinha culpa no cartório. Ela estava chateada, porque sempre considerou a Presidente Zinha uma boa líder e uma amiga confiável. Todo mundo sabia que ela era controladora e autoritária, mas era uma pessoa boa.

Zinha pensou: “Como será que eu vou provar o que cada um comeu no café da manhã?” Depois de um tempo, ela pegou o telefone e ligou para seu médico para marcar uma consulta. Por sorte, havia um horário vago e ela foi em seguida. Zinha não gostava muito da ideia de ter de fazer uma lavagem estomacal, mas parecia ser a única maneira de provar sua inocência. Agora.... convencer o legista a retirar amostras dos outros não seria nada fácil....

Como um bom CSI, o que você faria para resolver o problema? Como você agiria?

Organize suas ideias e monte sua investigação. Não esqueça de anotar no seu relatório cada passo a ser realizado.

**ANEXO 7 – Atividade 7****“O ÓLEO DE LORENZO”**

**A atividade deve ser feita de forma INDIVIDUAL e entregue no dia 09 de setembro de 2013.**

**Orientações:** respostas plagiadas não serão aceitas. Você pode pesquisar em sites para responder, pode discutir com seus colegas, mas deve SEMPRE utilizar suas próprias palavras e construir suas próprias explicações para os fatos.

Após assistir ao filme “Óleo de Lorenzo”, responda as seguintes questões:

- 1) Lorenzo tem um problema com uma enzima que quebra lipídeos de 24 e 26 carbonos. O que é um lipídeo e o que é uma enzima?
- 2) Defina o conceito de inibição competitiva de uma enzima e explique qual o papel deste processo no tratamento da doença.
- 3) A adrenoleucodistrofia é uma doença hereditária, transmitida de mãe para filho. Explique qual a relação que existe entre o DNA “defeituoso” e a enzima que causa a doença.
- 4) Leia as citações de alguns pesquisadores famosos, listadas a seguir, e trace uma relação entre cada citação e uma passagem ou situação do filme. Para cada citação, faça uma relação.
  - a. "A pesquisa científica consiste em ver o que todos viram, mas pensar o que ninguém pensou." Albert Szent-Gyorgyi (1893-1986). bioquímico.
  - b. "Um gênio é um por cento inspiração e 99 por cento transpiração." Thomas Alva Edison (1847-1931), inventor norte-americano.
  - c. "O caráter ou as crenças do cientista são irrelevantes; o que importa é se as provas confirmam suas afirmações. Os argumentos não contam simplesmente por serem de uma autoridade; muitas autoridades se enganaram com muita frequência." Carl Sagan (1934-1996), astrônomo e autor de vários livros de divulgação científica, em O romance da ciência (Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1982, p.76).
  - d. "A preocupação com o ser humano e seu destino deve constituir sempre o interesse principal de todos os esforços técnicos... Nunca se esqueçam disso em seus diagramas e em suas equações." Albert Einstein (1879-1955). físico.
  - e. "Tenho tentado sempre manter a minha mente livre, de forma a poder abandonar qualquer hipótese, por mais que goste dela (... ) no momento em que os fatos se mostram contrários a ela." Charles Darwin, naturalista britânico (1809-1882).



## ANEXO 8 – Atividade 8

### FERMENTAÇÃO DE UVAS

Um dos mais antigos usos do processo de fermentação pela humanidade é para a fabricação de bebidas alcoólicas. Entretanto, a fermentação também acontece sem a intervenção humana. Uma vez que as uvas estão maduras, pequenas rachaduras na pele da fruta permitem a entrada de micro-organismos, como bactérias e fungos. O interior das uvas tem um ambiente rico em açúcar e com pH baixo, favorecendo os seres vivos fermentadores que metabolizam o açúcar da uva para produzir energia. O dióxido de carbono e o etanol produzidos são rapidamente transportados para fora das células para descarte.

O processo de fabricar vinho através da fermentação das uvas deve ocorrer em um contêiner hermético. Os níveis de álcool dentro do contêiner continuam subindo até que se atinja o nível de tolerância alcoólica da população de fungos utilizada na produção, terminando o ciclo de fermentação.

**Pergunta: o que nós sabemos sobre a fermentação?** Faça uma lista sobre os fatos que você já sabe em relação ao processo de fermentação.

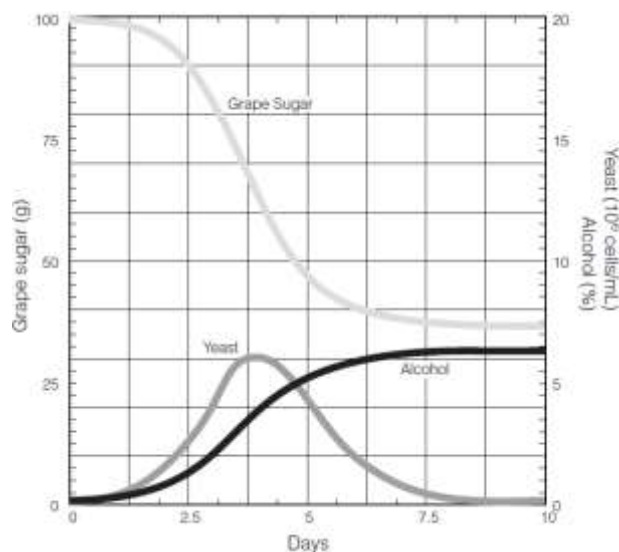


Figura 1: Resultados de uma simulação da fermentação de vinho por um período de 10 dias (Stanley et al., 2003). O gráfico mostra as alterações nos níveis de açúcar das uvas, da população de fungos e a porcentagem de álcool em um período de 10 dias. (Nota: níveis de açúcar no eixo esquerdo; fungo e álcool no eixo direito).

**Examine a figura e complete as informações abaixo:**

- 1) Níveis iniciais e finais de açúcar.
- 2) Em que dia a população de fungos atinge seu nível máximo?
- 3) Níveis iniciais e finais de álcool.
- 4) Olhe para o gráfico mostrando a correlação entre a população de fungos e a porcentagem de álcool. Em qual porcentagem de álcool a população de fungos começa a diminuir?

- 5) Por que sobra açúcar que não é convertido em etanol e dióxido de carbono?
- 6) Qual produto da fermentação alcoólica não é mostrado no gráfico?
- 7) Se o álcool fosse removido à medida em que é produzido, você poderia supor um aumento ou um decréscimo nos níveis de açúcar ao final de 10 dias? Explique

### Fermentação com fungos cultivados e selvagens

Em um experimento realizado para identificar as diferenças entre a fermentação feita por leveduras cultivadas e selvagens, uma certa quantidade de uvas foi dividida em dois grupos. Um dos grupos foi tratado com dióxido de enxofre para matar as leveduras selvagens antes que o experimento começasse. O outro grupo foi mantido não-tratado, permitindo que as leveduras sobrevivessem. A fermentação das uvas desses dois grupos foi feita em contêineres separados: no primeiro foi colocado o suco de uva e uma espécie de leveduras cultivadas. No segundo contêiner foi inoculada uma população de leveduras selvagens. Ambos contêineres ficaram fechados por 10 dias e as amostras foram retiradas diariamente para estimar o número de células de levedura e o nível de álcool em cada contêiner.

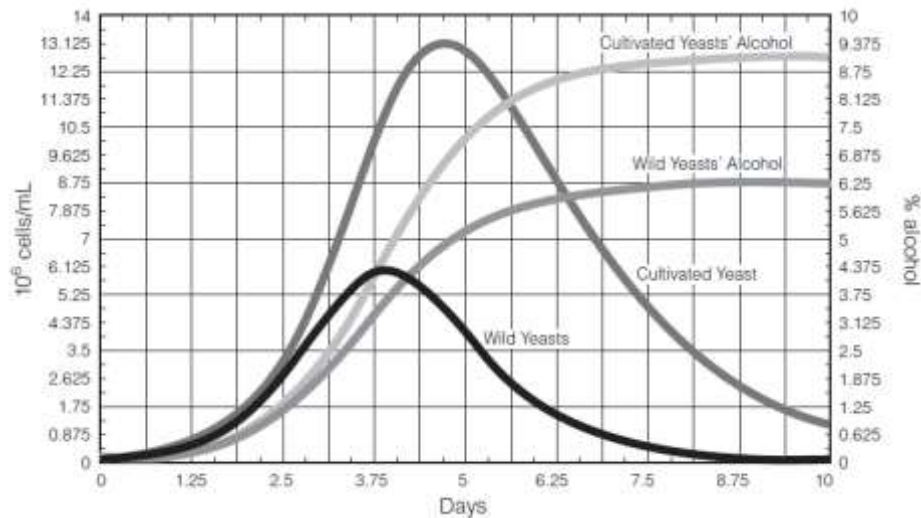


Figura 2: Resultados de uma simulação da fermentação de vinho por um período de 10 dias, utilizando dois tipos de leveduras: uma selvagem (wild yeast) e outra cultivada (cultivated yeast) (Stanley et al., 2003). O gráfico mostra as alterações nos níveis da população de fungos e a porcentagem de álcool em um período de 10 dias. (Nota: população de fungos no eixo esquerdo; álcool no eixo direito).

### Analise a figura 2 e responda:

- 1) Partindo do princípio que o nível de álcool afeta o crescimento das leveduras, qual levedura apresenta maior tolerância ao álcool?
- 2) Em aproximadamente qual porcentagem de álcool as populações de fungos começam a diminuir?
- 3) Por que os níveis de álcool aumentam mais rapidamente em um dos contêineres? Use os dados do dia 3.75 para apoiar sua hipótese.

4) Se você fosse um produtor de vinhos, qual tipo de fungo você usaria? Por que? **Dica:** Analise a população de fungos e as taxas de álcool ao longo do tempo para responder essa pergunta.

**ANEXO 9 – Atividade 10****MINHA IRMÃ GÊMEA**

(carta)

Querida tia Laura,

Eu acho que você soube da novidade... Eu vou ter uma irmãzinha em julho. Eu mal posso esperar! Eu acho que todos nós vamos ser muito felizes de ter um novo bebê. Eles são tão fofinhos.

Este foi realmente um ano louco com muitos altos e baixos.

Primeiro, a mamãe morreu por culpa de um motorista bêbado, em seguida, o papai ficou mudo por semanas.

Isso fez com que a tia Joyce viesse cuidar de mim.

Mas foi muito estranho, gêmea idêntica da mamãe, me fez sentir como se estivesse vendo um fantasma diariamente no café da manhã.

Em seguida, a grande surpresa: Papai se casa com a minha tia, irmã gêmea da mamãe!

Eu me pergunto, ela é minha madrasta, minha tia ou a minha gêmea-mãe? Então, quando esse novo bebê vier, o que ele vai ser de mim? Um parente próximo ou uma gêmea idêntica de mim?

Responda o mais rápido possível, porque este é um verdadeiro problema sério.

Com amor,

Maria.

Análise do Caso

Maria irá ser idêntica à sua irmãzinha? Por que ou por que não?

Quais os processos que estão envolvidos na formação de gametas e como eles afetam a variação genética?

Vocês terão que se colocar no lugar da tia Laura e responder a carta de Maria, explicando cientificamente a pergunta feita.