

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL -**  
**PROFBIO**

**Raphaela Junqueira Carvalho**

**Desenvolvendo o pensamento científico no ensino Médio**

**Juiz de Fora**

**2020**

**Raphaela Junqueira Carvalho**

**Desenvolvendo o pensamento científico no ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Mestrado TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Professora Doutora Ana Carolina Morais Apolônio

**Juiz de Fora**

**2020**

Carvalho, Raphaela Junqueira.

Desenvolvendo o pensamento científico no ensino Médio /  
Raphaela Junqueira Carvalho. – 2020.

88 f. : il.

Orientadora: Ana Carolina Morais Apolônio

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2020.

1. Atividades investigativas. 2. Estratégias de Ensino. 3.  
Pensamento científico. I. Apolônio, Ana Carolina Morais, orient. II.  
Título.


**Raphaela Junqueira Carvalho**

**Desenvolvendo o pensamento científico no ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Mestrado TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovada em 13 de agosto de 2020

BANCA EXAMINADORA

  
Professora Doutora Ana Carolina Morais Apolônio - Orientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

Professora Doutora Luciana Moreira Chedier  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

Professora Doutora Kênia Valéria dos Santos  
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedico este trabalho a todo o meu esforço e determinação.

## RELATO

Cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) foi muito gratificante e enriquecedor. Durante o curso pude me atualizar pois o conhecimento na área da Biologia é muito dinâmico e muitas vezes por falta de tempo e de repasse de informações via livro didático o conteúdo trabalhado em sala de aula fica comprometido com informações desatualizadas. Tive a oportunidade de aprender novos caminhos para ensinar através da retomada de metodologias e abordagens de ensino trabalhadas durante o curso e da troca de experiência com os colegas que atuam em diferentes regiões do Brasil. Pretendo continuar me capacitando pois a vivência do curso dentro de uma Universidade Federal com tantas oportunidades de aperfeiçoamento despertou novamente o entusiasmo na busca por conhecimento que em geral adormece na rotina do dia a dia da sala de aula.

Devido à falta de compatibilidade de horário das aulas do curso com o horário de trabalho e a distância entre a minha cidade, São Lourenço/MG e Juiz de Fora/MG, tive dificuldades em cursar o Mestrado. Mesmo recorrendo à Superintendência Regional de Ensino de Caxambu e a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais não consegui liberação para cursar o Mestrado às sextas-feiras o que me levou a faltar hora o trabalho hora o Mestrado. Essa foi minha dificuldade, mas o relato dos colegas nos leva a uma lista sem fim de adversidades que temos que enfrentar quando decidimos nos capacitar. Falta apoio governamental para que os professores possam se aperfeiçoar e melhorar a qualidade de ensino no país.

No que diz respeito ao aprendizado, pude perceber que o desempenho e interesse pela disciplina entre os alunos que participaram da aplicação das atividades propostas pelo Mestrado foi maior em relação aos alunos que não participaram. Além disso as atividades contribuíram para o desenvolvimento gradual da autonomia intelectual dos alunos através da participação ativa no processo de ensino. A preparação das atividades demandou tempo e adaptação ao sistema e ao currículo, porém a apropriação do conhecimento por parte dos alunos foi mais evidente e a relação professor/aluno, mais prazerosa. O caminho agora é me tornar multiplicadora do conhecimento em meus meios de atuação para gerar reflexão e mudança a respeito da prática de ensino.

Raphaela Junqueira Carvalho

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus que me deu força e coragem pra seguir em frente e chegar até aqui.

Ao meu pai que se disponibilizou a vir comigo todas as sextas-feiras durante um ano e meio o que oportunizou nossa aproximação.

Ao meu marido que sempre me incentivou a crescer profissionalmente, entendendo as minhas ausências.

À minha mãe por toda preocupação e zelo.

Ao Superintendente regional de Ensino de Caxambu, Fabiano Prado da Silva, que até onde foi possível me ajudou a frequentar o curso.

À Diretora da Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, Bruna Rangel dos Santos, que viabilizou o desenvolvimento do projeto na escola e sempre esteve ao meu lado nas adversidades.

À minha orientadora, Ana Carolina Moraes Apolônio, que com muita paciência e dedicação guiou meus caminhos.

Aos professores do PROFBIO/UFJF que serviram de inspiração e me ajudaram a expandir meu conhecimento.

Aos meus caros colegas do Mestrado que compartilharam essa experiência comigo. Obrigada por todos os nossos momentos que ficarão guardados pra sempre em meu coração!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O ensino de Biologia tem um papel importante na formação do indivíduo, pois permite a compreensão e utilização dos conhecimentos científicos para planejar, avaliar e intervir em situações reais do cotidiano. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a utilização da abordagem investigativa como estratégia de ensino contribui para alcançar as competências e habilidades inerentes ao currículo. Neste trabalho estruturamos uma sequência didática, acessível a qualquer professor de ensino médio e aplicável a diferentes tópicos, a fim de auxiliar o desenvolvimento do pensamento científico nos educandos através da abordagem investigativa. As atividades foram desenvolvidas com alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, São Lourenço/MG, avaliadas qualitativamente e os resultados apresentados através de um relato de experiência. Foi possível verificar, por meio da sequência didática aqui desenvolvida que (1) existem vários caminhos para se elaborar uma atividade investigativa, que pode ser demonstrativa, experimental ou de contextualização social, (2) a utilização da abordagem como estratégia de ensino possibilita a criticidade, a reflexão e constrói de forma gradual o pensamento científico, (3) os alunos demonstraram engajamento e protagonismo na resolução dos problemas atuando de forma ativa no processo de ensino aprendizagem e (4) conseguiram utilizar os conhecimentos adquiridos em sala de aula para proporem mudanças de hábitos em seus meios de atuação. Assim, a aplicação da sequência didática evidenciou que a abordagem investigativa possibilita o desenvolvimento do pensamento científico e contribuiu para a formação cidadã dos educandos. Além disso enfatizou a importância do trabalho da escola, representado aqui pelo professor de Biologia, em aproximar o trabalho científico à realidade dos alunos, estratégia essencial para o enfrentamento dos desafios de nossa sociedade atual.

Palavras-chave: Atividades investigativas, estratégias de ensino, pensamento científico.



## **ABSTRACT**

Biology teaching plays an important role in the formation of the individual, as it allows the understanding and use of scientific knowledge to plan, evaluate and intervene in real everyday situations. According to the National Common Curricular Base (BNCC), the use of the investigative approach as a teaching strategy contributes to achieving the competencies and skills inherent in the curriculum. In this work we have structured a didactic sequence, accessible to any high school teacher and applicable to different topics, in order to assist the development of scientific thinking in students through the investigative approach. The activities were developed with students from the 1st year of high school at the Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, São Lourenço / MG, qualitatively evaluated and the results presented through an experience report. It was possible to verify, through the didactic sequence developed here that (1) there are several ways to develop an investigative activity, which can be demonstrative, experimental or of social context, (2) the use of the approach as a teaching strategy allows for criticality, reflection and gradually builds scientific thinking, (3) students demonstrated engagement and leadership in solving problems by acting actively in the teaching-learning process and (4) they were able to use the knowledge acquired in the classroom to propose changes habits in their means of action. Thus, the application of the didactic sequence showed that the investigative approach enables the development of scientific thinking and contributed to the citizens' education of students. In addition, he emphasized the importance of school work, represented here by the biology teacher, in bringing scientific work closer to the students' reality, an essential strategy for facing the challenges of our current society.

**Keywords:** Investigative activities, teaching strategies, scientific thinking.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Dimensões das atividades de investigação.....	15
Figura 2	– Grau de abertura das atividades de investigação.....	16
Figura 3	– O ciclo das atividades de investigação.....	17
Figura 4	– Fases para conduzir as atividades de investigação.....	17
Figura 5	– Modelo do desenvolvimento de uma atividade de investigação.....	18
Figura 6	– Perspectivas cíclica das atividades de investigação.....	18
Figura 7	– Reflexão Inicial.....	27
Figura 8	– Observação da garrafa azul após agitação.....	29
Figura 9	– Registro – observação da vela.....	33
Figura 10	– Observação e teste de hipótese.....	34
Figura 11	– Relatório como registro da atividade experimental.....	35
Figura 12	– Preparação do experimento.....	36
Figura 13	– Registro do processo de decomposição das bananas: equipe 1.....	38
Figura 14	– Registro do processo de decomposição das bananas: equipe 2.....	39
Figura 15	– Registro da experiência que não obteve o resultado esperado.....	40
Figura 16	– Analisando o Calendário Nacional de Vacinação.....	44
Figura 17	– Consulta ao site do Ministério da Saúde: página destinada ao combate a <i>fake news</i> .....	45
Figura 18	– Vídeo sobre paralisia infantil produzido pelo Ministério da Saúde como forma de combate a <i>fake news</i> .....	45
Figura 19	– Questão 1.....	46
Figura 20	– Questão 2.....	47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	ENSINO DE BIOLOGIA.....	13
1.2	ABORDAGEM INVESTIGATIVA.....	14
1.3	BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR.....	19
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
2.1	OBJETIVO PRIMÁRIO.....	21
2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	21
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>21</b>
3.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	22
3.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	26
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE A: Sequência didática .....</b>	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE B: Questionário.....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE C: Produto.....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO A: comprovante de submissão .....</b>	<b>88</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ENSINO DE BIOLOGIA

A relação entre professores e alunos é o ponto chave na educação. Como regra geral, ao longo dos anos o professor deixou de ser o detentor do conhecimento, aquele que transmitia o saber para um aluno receptor/ouvinte e passou a oportunizar a participação dos alunos no processo de ensino onde podem compartilhar suas ideias e conhecimentos adquiridos ao longo de sua existência (KRASILCHIK, 2000; CACHAPUZ et al., 2005).

Essa mudança de foco na atuação do professor foi só um dos obstáculos vencidos pela educação. Especificamente no Ensino de Biologia, outras questões desafiam o ensino em sala de aula. Sabemos que o conhecimento científico auxilia o entendimento da vida, por isso a disciplina de Biologia é de grande importância no ensino Médio. Porém, devido à complexidade dos termos e processos biológicos, a disciplina pode se apresentar pouco atraente para os alunos se não houver envolvimento deles no processo ensino aprendizagem. Assim, para KRASILCHIK (2004) o currículo de biologia deve ser objeto de intensos debates para que ela possa de fato contribuir para a formação de cidadãos e ser a disciplina merecedora da atenção dos alunos. Dessa forma o professor precisa trabalhar com diversos conceitos e processos de difícil compreensão e observação por parte dos alunos incluindo no ensino-aprendizado a experiência de vida de cada aluno. Ainda, segundo KRASILCHIK (2004),

A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como às vezes os termos apresentados são desnecessários, uma vez que nunca mais voltarão a ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis (Krasilchik, 2004, p. 57).

Outro aspecto importante e desafiador no ensino de Biologia é a alfabetização científica que contribui com uma aprendizagem mais significativa, questionadora, reflexiva e crítica. Para WIEMAN (2007),

O objetivo do ensino de ciências não é mais simplesmente treinar aquela minúscula fração da população que se tornará a próxima geração de cientistas. Necessitamos de uma população alfabetizada em ciência que se preocupe com os desafios globais que a humanidade enfrenta, aquecimento global que a ciência pode explicar e assim como tomar decisões sábias informadas por compreensão científica (WIEMAN, 2007, p. 9).

Durante o processo de ensino de Biologia é importante mostrar aos alunos que as questões que envolvem a disciplina são dinâmicas e estão em um processo constante de construção do conhecimento, muitas vezes atrelado ao desenvolvimento tecnológico. Além disso é importante apresentar o contexto histórico do assunto para que o aluno perceba que o conhecimento científico é construído ao longo dos anos por várias pessoas e não é engessado, inquestionável e absoluto.

Nos últimos anos, com a transformação da sociedade, tornou-se necessário modificar as formas de ensinar (VAILLANT, 2012), que exige do professor novos métodos e abordagens de ensino. Neste trabalho foi utilizado a abordagem investigativa na construção de uma sequência didática para desenvolver o pensamento científico em alunos do ensino Médio.

## 1.2 ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Neste trabalho não serão aprofundadas as discussões sobre a validade e eficácia do método científico, pois para fins desse projeto o método científico foi utilizado apenas como uma das formas de registro do processo investigativo.

O ensino por investigação tem como objetivo estimular os estudantes a analisar fenômenos da natureza de modo profundo para que possam construir um conhecimento mais próximo do científico, do que do senso comum, e não formar verdadeiros cientistas (CAMPOS, 2009). Assim, para GIL PERES (1993) uma orientação para o ensino como investigação estabelece a proposição de situações-problema com estudo qualitativo e formulação de hipóteses tratadas cientificamente (validação, reformulação, experimentação, análise dos resultados).

Através desse ambiente investigativo, os professores podem mediar um processo simples de trabalho científico para que gradativamente os alunos ampliem sua cultura e linguagem científica (SASSERON E CARVALHO, 2008). Além disso, é importante proporcionar, aos alunos, condições de apresentarem seus conhecimentos prévios, ideias próprias e discuti-las, a fim de transpor o conhecimento espontâneo ao científico, adquirindo assim compreensão de conhecimentos estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013). Sobre essa participação ativa dos alunos nas atividades investigativas, FREIRE (2009) evidencia que:

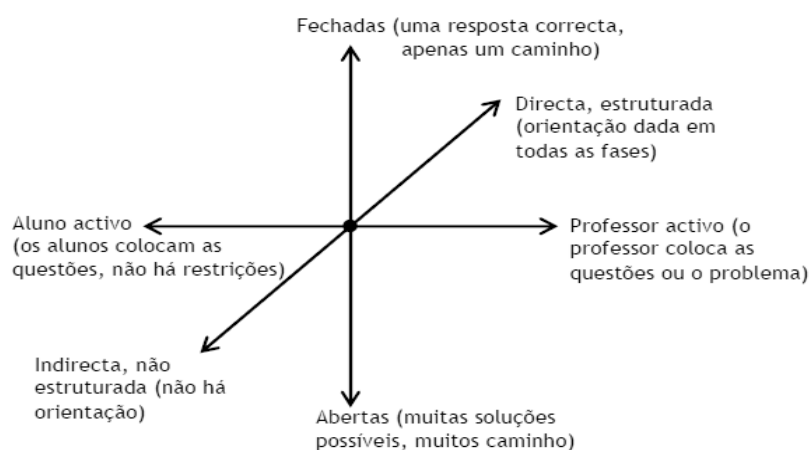
O ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação

científica como metodologia de ensino (...) Incide naquilo que os alunos fazem e não somente naquilo que o professor faz ou diz, o que exige uma mudança de um ensino mais tradicional para um ensino que promova uma compreensão abrangente dos conceitos, o raciocínio crítico e o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Os alunos são envolvidos em tópicos científicos, colocando uma prioridade na evidência e na avaliação de explicações alternativas (...) O uso de atividades de investigação pode ajudar os alunos a aprender ciência, a fazer ciência e sobre ciência. (Freire, 2009, p.105)

Na literatura encontramos várias definições de atividades investigativas (MONK e DILLON 1995; WELLINGTON, 2000; NSTA, 2002; CARLSON, HUMPHREY e REINHARDT, 2003; MAGNUSSON, PALINCSAR e TEMPLIN, 2006). Isso nos mostra que essas atividades podem ser de vários tipos, dependendo do grau de abertura, mas todas apresentam alguns aspectos em comum que se relacionam com a identificação e resolução do problema, análise de dados e procedimentos que geram aprendizado. Além disso, o processo investigativo é dinâmico, o aluno pode voltar a etapas anteriores antes de finalizar a atividade. Podemos analisar esse contexto através dos seguintes modelos propostos por diferentes autores.

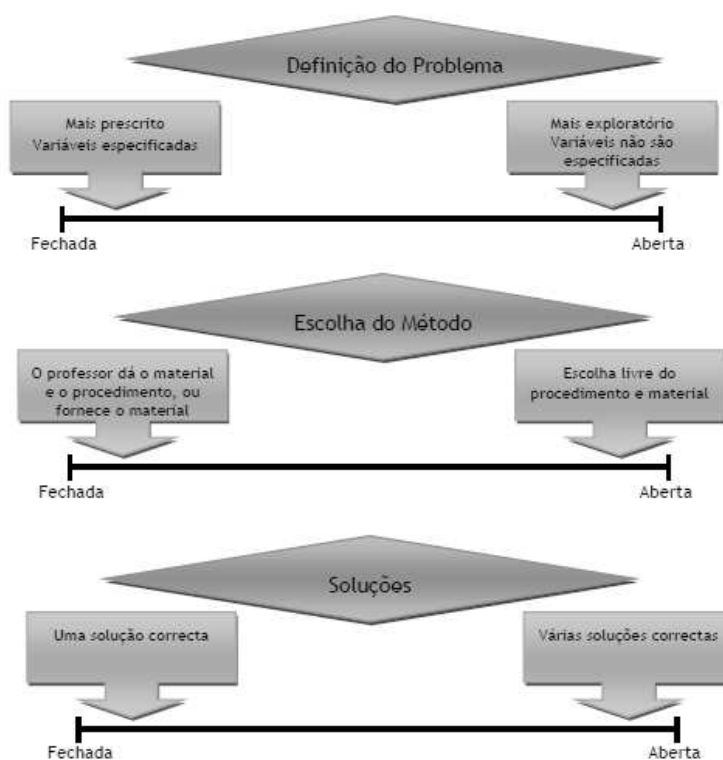
Para WELLINGTON (2000), as atividades investigativas variam de acordo com o grau de abertura e sua orientação. Como podemos analisar no modelo abaixo (Figura 1), as orientações podem ser diretas ou indiretas, o professor ou o aluno podem ser ativos no processo e as soluções para os problemas podem apresentar apenas um caminho ou vários.

Figura 1 – Dimensões das atividades de investigação



O modelo proposto por MONK e DILLON (1995), que pode ser observado na Figura 2, apresenta o grau de abertura em três fases, que segundo os autores devem ser contempladas durante uma atividade investigativa.

Figura 2 – Grau de abertura das atividades de investigação



Fonte: Baptista, 2010

Já no modelo proposto por CARLSON, HUMPHREY e REINHARDT (2003) (Figura 3), a atividade investigativa se desenvolve em quatro etapas. A primeira consiste na apresentação do problema que irá desencadear a segunda etapa de exploração, descobrimento e criação de soluções para o problema apresentado. Após o levantamento de possíveis explicações e soluções, terceira etapa, o aluno chega à etapa final de reflexão. Perceba que o modelo se apresenta cíclico o que permite que o aluno retorne a etapas anteriores sem necessariamente seguir um fluxo unidirecional.

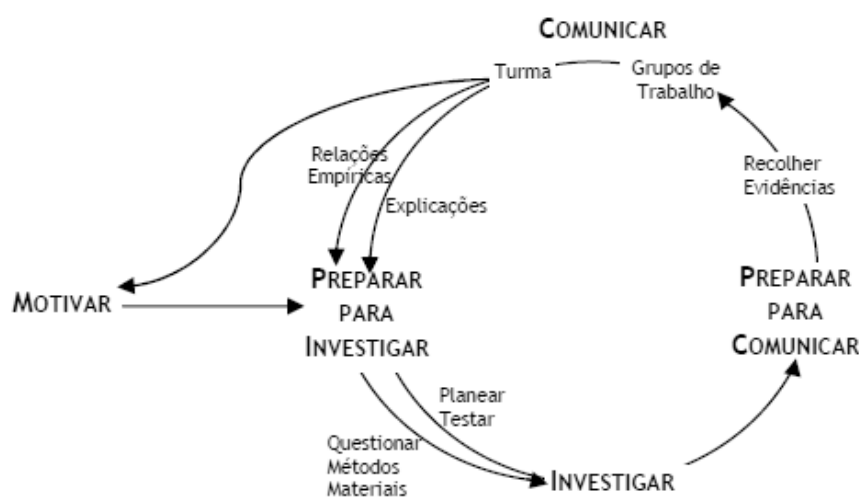
Figura 3 – O ciclo das atividades de investigação



Fonte: Baptista, 2010

O modelo de MAGNUSSON, PALINCSAR e TEMPLIN (2006) (Figura 4), inclui uma quinta etapa ao processo que contempla a motivação. Essa etapa é muito importante para o engajamento do aluno durante a atividade, uma vez que sua curiosidade é aguçada. Outro ponto de destaque é a etapa de comunicação, pois permite que o aluno perceba a importância da comunicação e publicação de resultados para o avanço científico.

Figura 4 – Fases para conduzir as atividades de investigação

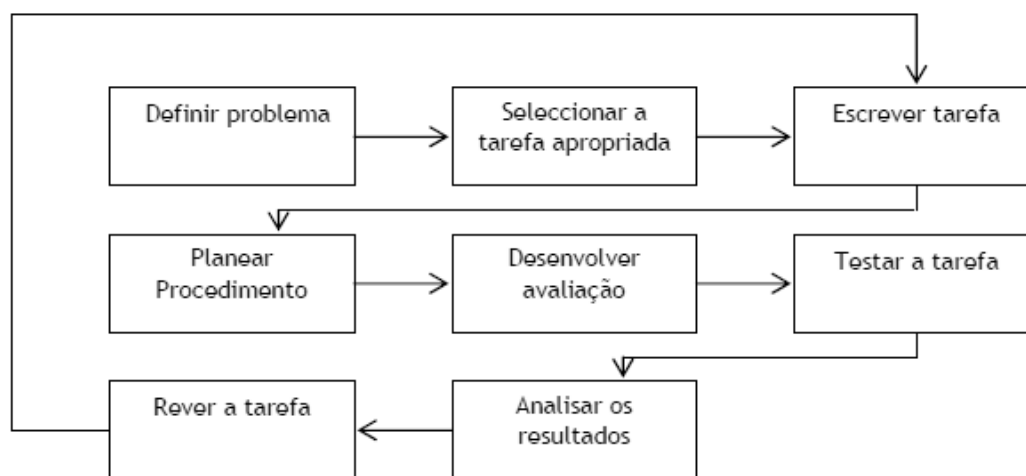


Fonte: Baptista, 2010

A Figura 5, é uma proposta de modelo de atividade investigativa elaborada pela *National Science Teacher Association* (NSTA, 2002). Esse modelo segue o padrão geral das atividades investigativas, porém permite que o professor faça uma avaliação formativa durante o processo, melhorando o desempenho dos alunos ao favorecer a avaliação como aprendizagem.



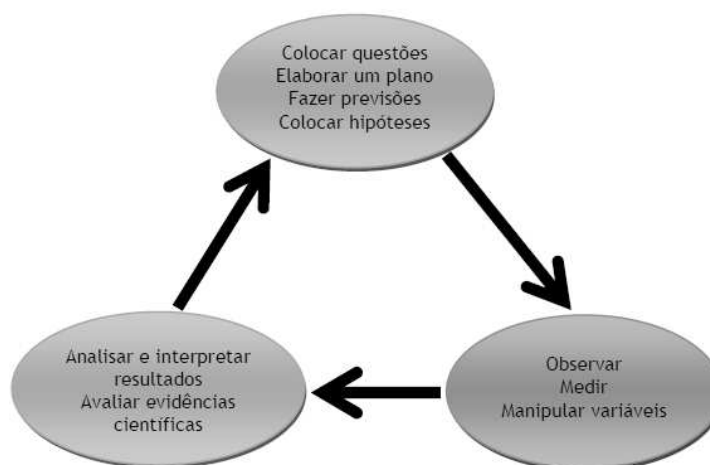
Figura 5 – Modelo do desenvolvimento de uma atividade de investigação



Fonte: Baptista, 2010

Por fim, tem-se o modelo proposto por WELLINGTON (2000) (Figura 6). Nele percebe-se que embora apresente três fases cíclicas, o modelo permite que o aluno proponha novas questões, reveja o plano e faça novas previsões durante todo processo.

Figura 6 – Perspectivas cíclica das atividades de investigação



Fonte: Baptista, 2010

A abordagem investigativa vem ganhando destaque como estratégias de ensino de Biologia. Isso pode ser evidenciado através da análise proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que será implementada nos próximos anos no Ensino Médio.

### 1.3 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio foi homologada em dezembro de 2018, mas ainda não foi implementada. Esse documento normativo estabelece um conjunto de aprendizagens essenciais que os educandos devem desenvolver ao decorrer da Educação Básica. Ela destaca as competências gerais da Educação Básica proposta pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), entre elas, duas servem de alicerce para o trabalho proposto aqui. São elas:

2-Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

7-Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BNCC, 2017, p. 9)

Essas competências reforçam a Biologia como uma ciência experimental e sistematizada do conhecimento que pode ser evidenciada através da utilização do método científico na escola. Além disso, enfatiza a importância da veracidade dos fatos para o debate de ideias e tomada de decisões em diferentes situações cotidianas.

Já entre as competências específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Médio, uma delas foi norteadora para o desenvolvimento da sequência didática:

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).” (BNCC, 2018, p. 539)

Como podemos perceber, o ensino por investigação estimula a curiosidade, inerente à natureza do aluno, possibilita a prática reflexiva a respeito de diversas situações, desenvolve o pensamento crítico e questionador fundamentais para a prática da cidadania, promove o protagonismo dos alunos e incentiva a criatividade na busca por soluções:

“A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa

da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente.” (BNCC, 2018, p. 551)

A BNCC ainda discute historicamente os fatores culturais, econômicos e sociais que influenciam a construção do conhecimento, e dessa forma reconhece que a ciência não pode ser entendida como verdade absoluta e infalível, mas como conhecimento em constante construção e aperfeiçoamento. Segundo a BNCC:

Ainda com relação à contextualização histórica, propõe-se, por exemplo, a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das ciências, criando oportunidades para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico. (BNCC, 2018, p. 550)

Portanto, a BNCC permite, através do currículo, que os alunos vivenciem discussões éticas, socioculturais, políticas e econômicas relacionadas às Ciências da Natureza e a cultura científica, exercendo o pensamento crítico e a tomada de decisões ao solucionar situações-problemas que poderão ser utilizadas em seu cotidiano.

Diante da crescente necessidade de desenvolver o currículo de Biologia de acordo com a abordagem investigativa para melhorar a formação científica dos alunos justifica-se esse projeto que possui dois propósitos: desenvolver o pensamento científico nos educados e criar uma sequência didática de cunho investigativo, acessível a qualquer professor de ensino médio e aplicável a diferentes tópicos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO**

Desenvolver uma sequência didática acessível a qualquer professor do ensino médio e aplicável a diferentes conteúdos, de forma que possa desenvolver o pensamento científico nos alunos através do método científico e da abordagem investigativa.

### **2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

- Estimular a curiosidade dos estudantes e refletir que através dela são feitas as descobertas científicas;
- Promover o protagonismo dos alunos ampliando a compreensão de conceitos da biologia com a ativa participação;
- Contribuir para o letramento científico dos educandos estabelecendo uma conexão entre os alunos e o trabalho científico.

## **3 DESENVOLVIMENTO**

O projeto foi submetido ao Comitê de ética em 08/02/2019 sob número CAAE 07878819.0.0000.5147, e aprovado pelo parecer 3.420.661 em 27/06/2019. Somente após a aprovação as atividades foram iniciadas no horário regular das aulas de Biologia com alunos do 1º ano do Ensino Médio, que tinham entre 14 e 17 anos, e se encontravam devidamente matriculados na Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, em São Lourenço/MG. Foram excluídos das atividades os alunos transferidos, evadidos, infrequentes e licenciados por doença, gestação, dentre outros. As atividades foram desenvolvidas entre os meses de agosto e outubro de 2019 e contou com a participação no máximo de 24 alunos.

A sequência didática estruturada para o presente projeto foi organizada em torno de 4 atividades além de um questionário avaliativo desenvolvidos ao longo de 13 aulas com duração de 50 minutos cada. As atividades 1, 2 e 3 foram retiradas e parcialmente modificadas da literatura (MARTINS, 2010; MARTINS, 2017). O horário das aulas foi alterado para que as mesmas fossem geminadas afim de otimizar o tempo das atividades com 100 minutos de aula semanal. As atividades não foram desenvolvidas de forma sequencial, assim a professora pode adequá-las às necessidades do currículo, da programação anual da escola e, portanto, utilizar as atividades de acordo com cada objetivo proposto por elas. Uma avaliação qualitativa ocorreu durante todas as atividades e posteriormente através do questionário.

### 3.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### 3.1.1 Atividade 1: a garrafa azul

Inicialmente fizemos a seguinte reflexão: “O que a Ciência representa para a sociedade?” e abrimos espaço para que os alunos pudessem expressar e confrontar suas ideias. Após a reflexão demos início à primeira atividade, que foi desenvolvida durante duas aulas (100 minutos) com a participação de 20 alunos. O objetivo era estimular a curiosidade dos alunos em investigar fenômenos. A atividade consistia em observar e deduzir o que acontecia com o fenômeno da “Garrafa azul” (a descrição e preparo da atividade encontra-se no Apêndice A – atividade 1: a garrafa azul) no qual durante repouso o líquido em seu interior se apresenta incolor e após agitação fica azul intenso. Todos os materiais necessários à atividade foram preparados previamente pela professora, especialmente a garrafa, por conter soda cáustica em sua composição. A garrafa era confeccionada em plástico, e no interior da mesma se encontrava o líquido que a preenchia parcialmente. Os alunos observaram a garrafa e fizeram registros seguindo as orientações abaixo:

- ✓ Descreva as características do líquido presente no interior da garrafa.
- ✓ Após a garrafa ter sido agitada com força o que você observou? Houve alguma alteração do líquido?
- ✓ Após alguns minutos de repouso sobre a mesa, o que aconteceu com o líquido?

Com essas informações os alunos começaram a levantar as hipóteses respondendo a seguinte pergunta:

- ✓ O que você acha que está acontecendo dentro da garrafa para ocorrer essas alterações?

Após o levantamento das hipóteses, demos início aos testes para verificação das mesmas. Para isso foi utilizada uma segunda garrafa, que os alunos não tinham visto antes, a qual estava completamente preenchida com a solução. Esse momento é destinado ao confronto dos resultados e consenso entre os alunos sobre o fenômeno da garrafa. Ao final do processo os alunos tiveram a oportunidade de expressar como foi a vivência dessa investigação e debater sobre a importância da curiosidade para as descobertas científicas. Finalizamos conhecendo as etapas do método científico como registro do processo.

### 3.1.2 Atividade 2: observando uma vela

A segunda atividade também contou com a participação de 20 alunos que foram divididos em quatro equipes, com 5 integrantes cada, e teve duração de 100 minutos (2 aulas). O objetivo da atividade era ampliar a capacidade de levantar hipóteses, fazer observações e registrá-las no formato de um relatório. Os alunos foram orientados sobre os cuidados que devem ter no laboratório, e especificamente sobre o uso de fogo que era um dos elementos utilizados na atividade. Cada equipe recebeu os seguintes materiais fornecidos pela professora:

- ✓ Uma vela
- ✓ Uma caixa de fósforo
- ✓ Um pratinho de louça
- ✓ Uma régua de metal

Com os materiais em mãos e em equipes os alunos relataram as características da vela que já conheciam. Em seguida observaram e registraram com a maior riqueza de detalhes as características da vela apagada (cor, tamanho, material do qual é feita, peso...) e depois, acessa (características da chama e tamanho). Alguns registros foram acompanhados por desenhos confeccionados pelos alunos.

Assim que finalizamos essa primeira etapa os alunos apagaram a chama da vela e responderam as questões:

- ✓ O que vocês são capazes de observar e sentir logo após a chama da vela ser apagada?
- ✓ O que queima na vela: o pavio ou a parafina?

Após consenso entre as equipes cada uma apresentou suas respostas aos demais grupos e prosseguimos para a etapa de teste das hipóteses, que foi orientada pela professora. O teste consistia em acender a vela e depois que a chama estivesse bem viva, apagá-la. Rapidamente o aluno deveria acender um fósforo e encostar a chama na fumaça que saía da vela após ser apagada e observar. Era esperado que o aluno conseguisse acender a vela através da fumaça. Com o resultado do teste das hipóteses em mãos os alunos confrontaram suas respostas iniciais ao questionamento “o que queima na vela: o pavio ou a parafina?” com as novas observações e chegaram à conclusão que posteriormente foi apresentado aos demais grupos. Vencida essa

primeira parte, os alunos receberam orientações sobre a confecção de um relatório e assim o fizeram como forma de registro da experiência que fizeram.

### 3.1.3 Atividade 3: podem moscas surgirem de bananas?

Participaram dessa atividade 24 alunos que foram divididos em 2 equipes com 12 alunos cada. No total foram utilizadas 3 aulas (150 minutos). O objetivo dessa atividade era permitir o protagonismo dos alunos na execução do experimento proposto, para que pudessem compreender a importância de fazer uma experiência controlada com observações e registros criteriosos e o tempo que se gasta no processo. Para isso cada equipe recebeu da professora os seguintes materiais:

- ✓ 2 bananas maduras
- ✓ 2 potes de vidro transparentes
- ✓ 2 etiquetas
- ✓ 1 caneta azul
- ✓ 1 faca de plástico
- ✓ 1 pote de gaze
- ✓ 2 elásticos.

Com os materiais em mãos, os alunos cortaram as bananas e as colocaram nos potes. Etiquetaram um pote identificado como “A” que deveria ser fechado com gaze e elástico e outro identificado como “B” que foi fechado após uma semana. Os alunos escolheram um local para colocar os potes, que deveria ser próximo a portas ou janelas. Os alunos responderam aos seguintes questionamentos assim que terminaram:

- ✓ É possível moscas surgirem de bananas?
- ✓ O que vocês acham que vai acontecer daqui a duas semanas com as bananas?

Durante duas semanas os alunos tinham que observar as alterações nos dois potes e fazer anotações. Como tarefa, os alunos pesquisaram o ciclo de vida da mosca *Drosophila melanogaster* para posteriormente identificar as etapas do ciclo de vida na experiência.

Ao fim das duas semanas os alunos confrontaram suas observações com suas proposições iniciais. Relataram suas intercorrências e colocaram suas percepções acerca da vivência do processo.

Conversamos a respeito da geração espontânea e biogênese. O tema foi trabalhado no contexto histórico, apontando os cientistas envolvidos e suas experiências.

#### **3.1.4 Atividade 4: movimento antivacina**

Essa atividade foi desenvolvida com 21 alunos que se organizaram em 6 equipes de 3 a 4 integrantes. No total foram utilizadas 5 aulas (250 minutos). O objetivo desse momento foi proporcionar aos alunos um debate a respeito de um problema de saúde pública, o movimento antivacina, e além da reflexão sobre a importância do embasamento científico para as decisões diárias da sociedade. Para isso iniciamos a atividade com a seguinte situação problema: Em 1922, duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxambu, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, um total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram.

Os alunos analisaram a situação e responderam a questão:

- ✓ Diante da problematização apresentada elabore uma hipótese que explique por que as duas crianças morreram e as outras cinco não, apesar de terem adoecido.

As equipes apresentaram e debateram suas propostas. Em seguida tiveram acesso ao artigo científico “Por que as vacinas são tão importantes” publicado em 05 de junho de 2017 pelo jornal da USP da autora Natalia Pasternak Taschner (artigo disponível no Apêndice A – atividade 4: Movimento antivacina). Ao término da leitura levantamos os pontos principais abordados pelo artigo e os alunos responderam à seguinte pergunta:

- ✓ Qual a importância da fundamentação científica e veracidade de fatos quando propagamos informações?

Com as respostas em mãos os alunos retornaram a reflexão e debate o que os levou a propor mudanças de hábitos afim de combater a disseminação de falsas notícias. Em seguida, fomos ao laboratório de informática e acessamos o site do Ministério da Saúde destinado ao combate à *Fake News*. Como forma de sensibilização e conscientização, os alunos foram à sala de vídeo e assistiram um vídeo, produzido também pelo Ministério da Saúde, para combater as *Fake News* sobre as vacinas. O calendário nacional de vacinação foi apresentado e os conceitos de soro e vacina desenvolvidos.



### 3.1.5 Última etapa: questionário

Foi estruturado um questionário que continha seis questões para ser aplicado individualmente aos 21 alunos que estavam presentes. Na primeira questão, o aluno deveria identificar o conhecimento científico levado à tecnologia da pasteurização, a partir da leitura de um texto. As segunda e terceira questões traziam também um texto, mas agora sobre o antraz, e nelas o aluno deveria identificar a hipótese (segunda questão) levantada pelo médico alemão Robert Koch (1843-1910) para a causa da doença e o teste para seu diagnóstico (questão 3). Essas questões, de um a três foram retiradas da literatura (AMABIS & MARTHO 2010).

As demais questões, quatro, cinco e seis foram elaboradas pela professora, e estão descritas, em sua ordem, a seguir:

- ✓ Qual a importância do estudo científico para a sociedade?
- ✓ Quais prejuízos causados pela disseminação de falsas notícias relacionadas à Ciência? Cite medidas que poderiam ser adotadas para evitar tais prejuízos.
- ✓ Qual a importância de trabalhar a abordagem investigativa no ensino de Ciências da natureza?

Todas essas questões tinham como objetivo analisar a percepção dos alunos acerca do trabalho desenvolvido ao longo das aulas.

## 3. 2 CONSIDERAÇÕES SOBRE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Diante da singularidade da prática docente descrevo aqui a minha vivência durante o projeto no formato de um relato de experiência com olhar único e exclusivo de professora. O relato se baseia na descrição de acontecimentos vivenciados em sala de aula, registrado no diário de campo e também na transcrição de respostas obtidas por meio de questionamentos feitos aos alunos durante as atividades.

Para dar início às atividades da sequência didática conduzi os alunos (um total de 20) ao laboratório da escola. As atividades foram desenvolvidas ao longo de duas aulas geminadas (100 minutos de duração) e para isso o horário da escola teve que ser alterado. Os alunos se reuniram ao redor de uma grande mesa e iniciaram uma reflexão (Figura 7), sobre o que a Ciência representa para a sociedade.

Figura 7 - Reflexão Inicial. Reflexão sobre a importância da Ciência para a sociedade realizada em agosto/2019, com 20 alunos do 1º ano do ensino Médio da escola estadual Doutor Humberto Saches, localizada no município de São Lourenço/MG.



Fonte: a autora, 2020

A seguir transcrevo os posicionamentos mais relevantes que contemplam de uma forma geral o pensamento dos alunos durante esse momento de reflexão:

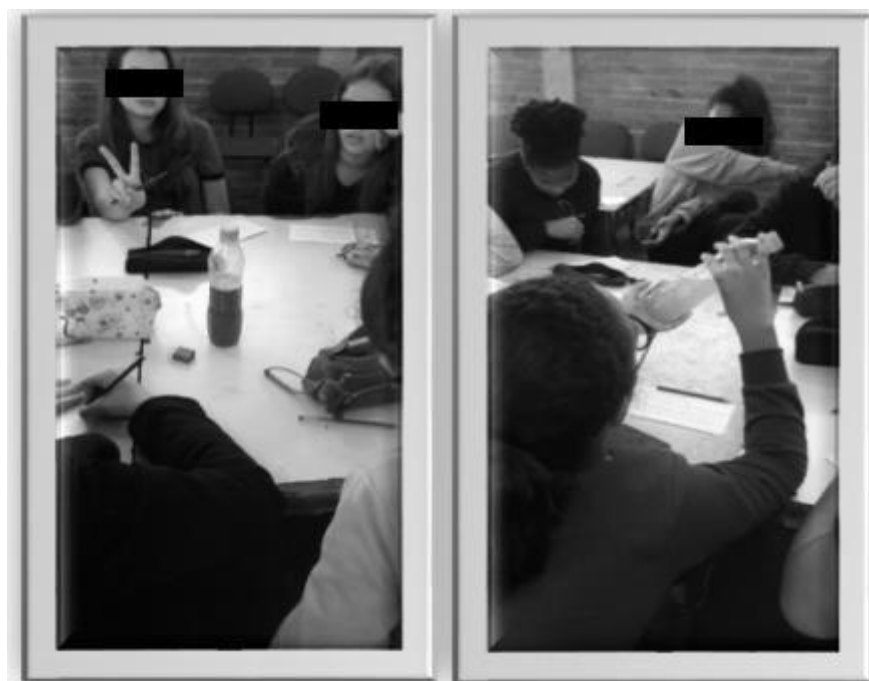
- ✓ Aluno A “A Ciência é muito importante para nós, através dela temos entendimento amplo do mundo...”
- ✓ Aluno B “A Ciência é uma tecnologia humana. Ela não é falada é demonstrada, faz descobertas através das experiências.
- ✓ Aluno C “A Ciência é muito importante pois ela pode comprovar muitas coisas com fatos”
- ✓ Aluno D “A ciência está nas pequenas coisas desde a água fervendo na panela até a formação da chuva”

- ✓ Aluno E “A Ciência muito importante pois através dela novo medicamentos são produzidos para combater as doenças.”
- ✓ Aluno F “A Ciência não faz muito sentido”.
- ✓ Aluno G “A Ciência é o conhecimento mais consistente, mesmo se alterando frequentemente devido à novos estudos”.

Podemos perceber que os alunos de uma forma geral atribuem à Ciência grande importância no que diz respeito a qualidade de vida da sociedade. Alguns posicionamentos como do aluno F “A Ciência não faz muito sentido”, levou os alunos a um debate acalorado. Os alunos rebateram que a Ciência está presente em nosso dia a dia (Aluno D), que ela melhora a qualidade de vida das pessoas ao descobrir doenças e tratamentos (Aluno E). O aluno F argumentou que a Ciência não tem resposta para todas as coisas e por isso não faz sentido. Essa complementação do aluno F abriu espaço para conversamos sobre a construção do conhecimento que se dá ao longo dos anos o que foi enfatizado pela fala do aluno G.

Vencida a etapa de reflexão, iniciei a Atividade 1: A garrafa azul. A descrição da construção desta atividade encontra-se no Apêndice A. Apresentei a garrafa da seguinte maneira: “Pessoal, temos aqui uma garrafa misteriosa! Vamos observá-la e vocês me ajudarão a desvendar esse mistério!”. A minha fala inicial compreende uma etapa importante na condução das atividades investigativas que é a motivacional (MAGNUSSON, PALINCSAR e TEMPLIN, 2006). Por meio desta etapa o professor consegue despertar a curiosidade e interesse dos estudantes o que determinará o nível de engajamento dos mesmos durante todo o processo de aprendizagem. Todos ficaram muito curiosos e iniciaram as observações, registrando com riqueza de detalhes as características da garrafa. Os alunos observaram a garrafa em repouso e após a agitação (Figura 8).

Figura 8 - Observação da garrafa azul. As observações após agitação (imagem à esquerda) e em repouso (imagem à direita) foram realizadas durante a Atividade 1: a garrafa azul, em agosto/2019 com 20 alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, São Lourenço/MG. após agitação (imagem à esquerda) e em repouso (imagem à direita)



Fonte: a autora, 2020

Algumas das observações estão listadas a seguir:

Característica do líquido em repouso:

- ✓ Aluno A: “Tem uma pequena quantidade de corante azul na superfície do líquido. O líquido preenche um pouco mais da metade da garrafa.”
- ✓ Aluno B: “Pode-se observar ao fundo da garrafa um pó que não se dissolveu. Existem vestígios de uma substância azul na parte superior.”
- ✓ Aluno C: “Líquido esbranquiçado, com superfície azul e um pó branco no fundo.”
- ✓ Aluno D: “Há um líquido bem claro, com um pó parado no fundo da garrafa que não se mistura com a água e uma fina camada de uma substância na superfície.”

Características do líquido após agitação:

- ✓ Aluno A: “O líquido ficou azul!”
- ✓ Aluno B: “O líquido ficou azul e a superfície roxa.”
- ✓ Aluno C: “O líquido ficou completamente azul, um tom de azul forte e em cima tem bolhas com um tom forte de roxo.”

- ✓ Aluno D: “O líquido ficou muito azul quando foi agitado.”
- ✓ Aluno E: “O líquido ficou degrade, do roxo para o azul mais claro.”

Características do líquido após alguns minutos em repouso:

- ✓ Aluno A: “O líquido voltou ao seu estado inicial, esbranquiçado com a superfície azul.”
- ✓ Aluno B: “Aos poucos o líquido passou do azul forte para a cor esbranquiçada.”
- ✓ Aluno C: “Voltou para o mesmo modo de antes de agitar, diminuiu a quantidade de corante azul.”
- ✓ Aluno D: “O líquido azul voltou a ser esbranquiçado e o corante azul voltou para a superfície. O pó que existia no fundo se dissolveu.”
- ✓ Aluno E: “O líquido voltou ao normal depois de um tempo.”
- ✓ Aluno F: “Foi *top!* Após ter ficado muito azul, aos poucos começou a voltar ao normal. O azul escuro ficou só na parte de cima.”

Com as observações registradas questionei os alunos a respeito do fenômeno da garrafa, o que poderia estar acontecendo com o líquido presente no interior da garrafa que em repouso ficava transparente e após agitação ficava azul intenso. Entre as hipóteses levantadas temos:

- ✓ Aluno A: “Está acontecendo uma reação quando o ar presente dentro da garrafa se mistura com os ingredientes da solução”.
- ✓ Aluno B: “... o corante pode estar reagindo com as substâncias da solução e sobressai mais em relação aos outros solutos”.
- ✓ Aluno C: “Está acontecendo uma reação química entre as substâncias da solução”.
- ✓ Aluno D: “Eu acho que tem uma pressão dentro da garrafa. A tampa possui algum pigmento.”
- ✓ Aluno E: “Eu acho que o corante age como fator de coloração de todo o líquido quando ele se espalha e o pó branco é o fator de descoloração.”

Ao apresentarem suas hipóteses os alunos sentiram necessidade de voltar a etapa de observação. E após novas análises passamos para os testes das hipóteses. Os testes foram realizados única e exclusivamente por mim, atividade demonstrativa, como forma de evitar possíveis acidentes pois na composição da garrafa que embora estivesse lacrada continha soda cáustica. Preparei previamente a garrafa e sua receita não foi divulgada para os alunos. Para o teste das hipóteses foi utilizado também uma garrafa reserva. A garrafa reserva estava completamente cheia com a solução não havendo espaço para a presença do ar. O teste aconteceu de três maneiras:

- ✓ Teste 1: Verificamos se a alteração da cor era resultado do contato do líquido com a tampa da garrafa. Para isso viramos a garrafa de cabeça para baixo de maneira que o líquido estivesse em contato com a tampa, mas nenhuma alteração ocorreu. A fina camada de corante azul permanecia na superfície do líquido e não em contato com a tampa.
- ✓ Teste 2: Verificamos se o corante presente na superfície do líquido era responsável pela alteração quando se espalhava, pra isso agitamos a garrafa e observamos.
- ✓ Teste 3: Verificamos se a presença do ar era responsável pela alteração do líquido. Para isso além da garrafa inicial com líquido pela metade, utilizamos também a garrafa teste, completamente preenchida com líquido. Agitamos as duas e o líquido da garrafa teste não se alterou

Após o teste das hipóteses e discussão entre os alunos concluímos que duas hipóteses eram possíveis e uma complementava a outra, primeiro que estava ocorrendo uma reação química e segundo que essa reação química ocorria devido a mistura da solução da garrafa com o ar presente dentro dela.

Em seguida conversamos a respeito da vivência da atividade, como os alunos se sentiram durante o processo, todos se posicionaram de forma positiva e alguns disseram se sentir como “cientistas” e “detetives” ao investigar o fenômeno. Aproveitamos para conversar a respeito da importância da curiosidade para o trabalho científico. Além de observar um fenômeno é importante ter curiosidade em saber como e porque ele acontece. Durante esse momento provoquei os alunos sobre qual assunto da Ciência eles teriam curiosidade em investigar, em meio a relatos de experiências familiares “Aluno A - Minha mãe teve câncer de mama e conseguiu vencer a doença porém passou por um tratamento que deixou ela debilitada” e “Aluno B – Minha vizinha também teve câncer mas acabou morrendo com a doença”, demonstraram interesse em descobrir a cura para o câncer. Essa reflexão vai de encontro à proposta da BNCC (2018) de trabalhar as atividades investigativas para intensificar o diálogo dos estudantes com o mundo real e possibilitar análises em contextos mais amplos. Finalizei esse primeiro momento identificando as etapas do método científico, norteadoras da sequência didática, mas não utilizada como método fechado e absoluto na construção do conhecimento e sim aberto para discussão e retomada de etapas anteriores sem necessariamente seguir um fluxo unidirecional como propõe o modelo de atividade investigativa de CARLSON, HUMPHREY e REINHARDT (2003).

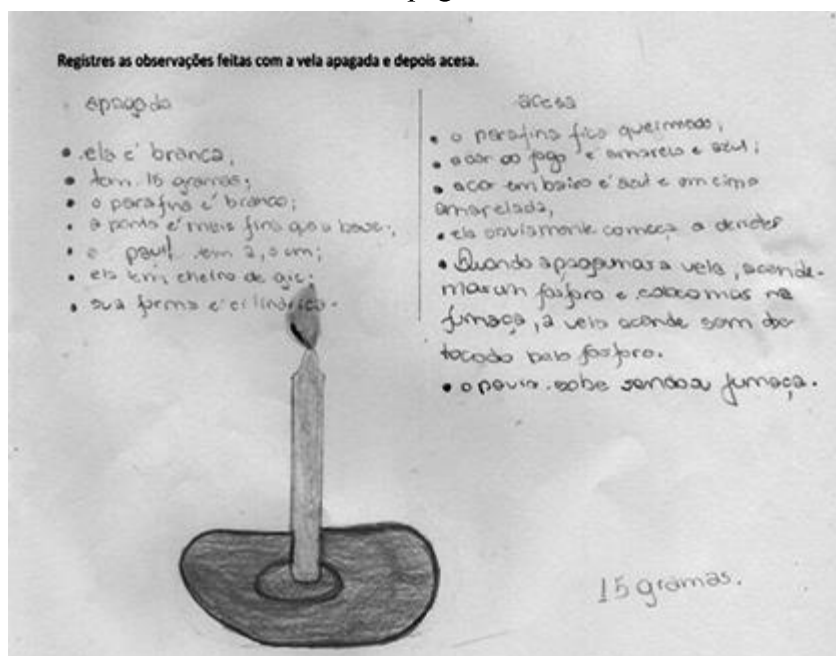
Em relação a Atividade 1: a garrafa azul, podemos perceber que durante seu desenvolvimento os alunos puderam se aproximar do trabalho científico e essas evidências

reforçam o pensamento de FREIRE (2009): “o ensino por investigação constitui uma orientação didática para o planejamento das aprendizagens científicas dos alunos, reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência, dá ênfase ao questionamento, à resolução de problemas, à comunicação e usa processos da investigação científica como metodologia de ensino”.

Essa atividade foi fechada pois apresentou uma resposta correta, embora os alunos tenham feito a união de duas hipóteses (reação química e contato com o ar) e as orientações foram diretas, repassadas em todos os momentos por mim. A experiência foi preparada previamente e o teste das hipóteses foi demonstrativo. A atividade foi conduzida através da abordagem investigativa: um fenômeno foi apresentado aos alunos que de maneira ativa fizeram observações, registros, levantamento de hipóteses e teste das mesmas e através da discussão dos resultados os alunos chegaram a uma conclusão. Como essa atividade teve como objetivo despertar a curiosidade e apresentar o trabalho científico aos alunos, ela pode ser realizada no começo do ano letivo como forma de promover o engajamento dos alunos ao longo do ano ou a qualquer tempo em que o professor sentir necessidade de melhorar o desempenho dos alunos na disciplina.

Para a realização da Atividade 2: observando uma vela, utilizamos o laboratório da escola. O tempo de duração da atividade foi de 2 aulas (100 minutos). Os alunos (num total de 20) se organizaram em 4 equipes de até 5 integrantes. Entreguei a todas as equipes os materiais necessários para o desenvolvimento da atividade. Toda sequência dessa atividade foi orientada por mim e executada pelas equipes. Iniciei a atividade com a seguinte pergunta: “Vocês já observaram uma vela?”, todas as equipes disseram que sim. Em seguida, começamos a fazer o levantamento das informações que os alunos tinham a respeito da vela, como por exemplo, qual o tamanho, a cor, o peso, o material do qual é feita. Ao final os alunos perceberam que eles não sabiam de muitas informações e partir disso iniciaram a observação criteriosa (Figura 9) da vela anotando com detalhes todas as informações que poderiam coletar com a vela apagada e em seguida com a vela acesa.

Figura 9: Registro – observação da vela. Registro feito por uma das equipes que participaram da atividade 2: observando uma vela aplicada em setembro/2019 em alunos do primeiro ano do ensino Médio, da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, São Lourenço/MG. No registro podemos observar as características descritas pela equipe em dois momentos, com a vela apagada e acesa.



Fonte: os alunos, 2020

Quando a chama da vela estava bem viva pedi para que as equipes apagassem a chama e anotassem o que eles conseguiram observar:

- ✓ Equipe 1: “Sai uma fumaça branca e um cheiro de queimado.”
- ✓ Equipe 2: “Quando apagada libera uma fumaça branca o pavio queima e a parafina derrete e depois seca”
- ✓ Equipe 3: “A fumaça e um cheiro ruim, parece de parafina.”
- ✓ Equipe 4: “O pavio agora está queimado, depois de apagado saiu uma fumaça esbranquiçada e um cheiro forte de queimado”

Assim que terminaram de observar e fazer as anotações questionei as equipes sobre qual era o combustível para a queima da vela, o pavio ou a parafina. A seguir temos o posicionamento das equipes:

- ✓ Equipe 1: “A parafina.”
- ✓ Equipe 2: “Ambos queimam, a parafina serve de combustível e o pavio desacelera a queima”
- ✓ Equipe 3: “O pavio queima e a parafina derrete.”
- ✓ Equipe 4: “O pavio. A chama do fogo que faz a vela derreter.”



Com a hipótese formulada pelas equipes seguimos para a próxima etapa, a de teste (Figura 10). Seguindo minhas orientações os alunos acenderam a vela e quando a chama estava bem viva ela foi apagada e rapidamente um palito de fósforo foi aceso e direcionado a fumacinha. Assim que a chama do palito encostou na fumacinha branca a vela acendeu. Os alunos ficaram surpresos e fizeram repetidas vezes o processo. Alguns associaram o fenômeno a “mágica”. Com o resultado do teste da hipótese em mãos os alunos confrontaram os resultados com suas hipóteses e chegaram a seguinte conclusão: se a fumacinha branca tem cheiro de parafina e através dela conseguimos acender a vela isso significa que o combustível para a queima é a parafina. Sobre o pavio expliquei aos alunos que ele prolonga o processo da queima da vela pois como a parafina é uma substância inflamável ela queimaria muito rápido sem o auxílio do pavio.

Figura 10: Observação e teste de hipótese. Observação e teste de hipótese realizada pelas equipes que participaram da atividade 2: observando uma vela, aplicada em setembro/2019 em alunos do primeiro ano do ensino Médio, da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, São Lourenço/MG.



Fonte: a autora, 2020

Após a experiência ensinei os alunos a fazerem o registro da atividade experimental por meio da confecção de um relatório (Figura 11).

Figura 11 -Relatório como registro da atividade experimental. Relatório elaborado por uma das equipes que participaram da Atividade 2: observando uma vela. A atividade foi desenvolvida em setembro/2019 com alunos do primeiro ano do ensino Médio da escola estadual Doutor Humberto Sanches, São Lourenço/MG.

I. Título: completar com um nome para a atividade
II. Local e data: local do experimento, data (dia, mês e ano)
III. Autor: nome do grupo, escola, turma e ano em curso.
IV. Objetivos: liste o que se pretendia descobrir e aprender com a atividade. Caso haja uma hipótese a ser testada, deve-se descrevê-la e mencionar que um dos objetivos era testar essa hipótese.
V. Materiais: faça uma listagem dos materiais
VI. Procedimento: conte (pode ser por itens) o que foi feito durante toda a atividade, respeitando a ordem dos acontecimentos
VII. Resultados: descreva os resultados que foram obtidos com o experimento. Muitas vezes esses resultados podem ser apresentados em tabelas, gráficos, desenhos e esquemas.
VIII. Conclusões: registre o que se pode concluir a respeito da hipótese que está sendo testada.

**Relatório da atividade experimental**

I. Descobrimos o segredo da Vela.

II = Laboratório 29/08/2019. (quinta-feira).

III =

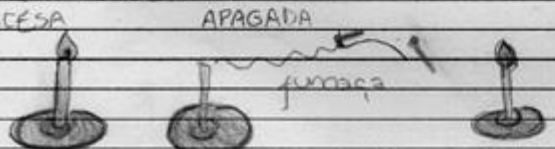
IV = o que reage ao fogo na vela.

V = fósforo, um pires e a vela.

VI = colocamos a vela no meio do pires, derretimos algumas gotas de vela para ficar presa (já usada). Depois apagamos e acendemos outro fósforo e apagamos a vela, e colocamos o fósforo na fumaça e vimos que a vela acende novamente.

VII - RESULTADO

ACESA APAGADA



VIII = "O a parafina que pega fogo."

Fonte: os alunos, 2020

A abordagem investigativa dessa atividade foi fechada, todas as etapas foram orientadas, as questões apresentavam apenas uma resposta portanto o grau de abertura para os alunos era menor conforme preconizado por WELLINTON (2000). Mesmo assim a atividade conseguiu ampliar a capacidade dos alunos em investigar fenômenos, fazer observações, levantar hipóteses, confrontar ideias, conduzir experimentos, trabalhar em equipe e registrar através de um relatório a atividade experimental. Isso nos mostrou que mesmo o professor conduzindo a atividade, os alunos conseguem desenvolver habilidades propostas pelas atividades investigativas desde que siga princípios básicos dessa abordagem. Esses resultados também reforçam o pensamento de CARVALHO (2013) e SASSERON & CARVALHO (2008) em que o professor mediador ao criar um ambiente investigativo ensina de modo simplificado o

trabalho científico para que gradativamente o aluno possa ampliar sua cultura científica aula a aula.

Para a atividade 3, denominada “Podem moscas surgirem de bananas?”, os alunos se dividiram em duas equipes com 12 alunos cada. A atividade foi desenvolvida em três aulas (2 horas e 30 minutos). Furneci as equipes todos os materiais necessários para o desenvolvimento da experiência.

Na primeira aula, orientei os alunos no preparo do experimento (Figura 12). As bananas foram cortaram e distribuídas em dois frascos de vidro, um frasco foi identificado como “A” e fechado com gaze o outro identificado como “B” e permaneceu aberto por uma semana e depois fechado também com gaze.

Figura 12 - Preparação do experimento. Momento em que uma das equipes preparam o experimento da Atividade 3: podem moscas surgirem de bananas? A atividade foi desenvolvida em setembro/2019 com alunos do primeiro ano do ensino Médio da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG.



Fonte: a autora, 2020

Após o preparo da experiência os alunos responderam a duas questões:

- ✓ Podem moscas surgirem de bananas?

Equipe 1: “Não, bananas não são capazes de gerar moscas.”

Equipe 2: “Depende da situação. Se por acaso acontecer de uma mosca preexistente botar um ovo na superfície e uma banana, ela realmente pode acabar surgindo caso contrário não, a mosca pode ser atraída pela banana.”

- ✓ O que vocês acham que vai acontecer com as bananas daqui a duas semanas?

Equipe 1: “As bananas vão ficar escuras e amolecer.”

Equipe 2: “Elas vão entrar no processo de decomposição onde sua aparência será de algo podre, com uma cor mais amarelada e provavelmente com um cheiro forte.”

Essas percepções foram confirmadas ao longo do processo de observação e fazem parte dos conhecimentos prévios dos alunos adquiridos ao longo de suas vivências escolares e cotidianas. Esse cenário vai de encontro às ideias de PIAGET (1976) ao entender que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior e cabe ao professor investigar o que os alunos já sabem e entendem sobre determinado conteúdo ou prática.

Durante as duas semanas, os alunos fizeram observações e registros (Figuras 13 e 14) das mudanças que estavam ocorrendo nas bananas e as etapas do desenvolvimento da mosca das frutas.

Figura 13 - Registro do processo de decomposição das bananas: equipe 1. Registro das observações do experimento da Atividade 3: podem moscas surgirem de bananas? O registro foi realizado em setembro/2019 pelos alunos do primeiro ano do ensino Médio da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG.

Data	Observações frasco A	Observações frasco B
09/09/19	No frasco A, as moscas voaram sobre a água, sem aderir ao pote	No frasco B, as moscas entraram de novo até por o vidro ser mais fácil
21/09/19	No frasco A, não havia moscas, e as bananas estavam secas. O duplo de controle é que as bananas foram secas pelo sol por vários dias na água e não esperando o calor que atrai as moscas	No frasco B, continuei sem moscas, porém as bananas estão um pouco secas e com fungos, já que ficou em lugar abafado.
26/09/2019	No frasco A apareceram moscas pelo cheiro único do pote de banana.	No frasco B as moscas não entraram, já que o pote estava fechado e o cheiro não pode sair, atrapalhando as moscas.

Fonte: elaborado pelos alunos, 2020

Figura 14 - Registro do processo de decomposição das bananas: equipe 2. Registro das observações do experimento da Atividade 3: podem moscas surgir de bananas? O registro foi realizado em setembro/2019 pelos alunos do primeiro ano do ensino Médio da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG.

<p>19/09/19</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os pedaços de banana se encontraram secos</li> <li>• Os pedaços estão com mais embotadões, mais secos.</li> <li>• Seu cheiro ficou mais forte que o normal</li> <li>• Em relação as moscas, elas realmente apareceram, em pequena quantidade, usando sobre as bananas, que provavelmente depositou os seus ovos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fizem como no frasco A, as bananas entraram no processo de decomposição, mesmo com pouca umidade de ar, pelo fato de estar tampada com a gaze.</li> <li>• Pelo que foi analisado não há via moscas dentro do frasco.</li> </ul>
<p>23/09/19</p> <p>OBS: o experimento foi feito novamente, pois as moscas desapareceram, ao invés de estar impieda na superfície. Uma hipótese é que elas não tinham totalmente exposto a algum lugar próprio para as moscas.</p>		
<p>26/09/19</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no frasco A não houve a presença de moscas, pois o pedaço estava tampado com a gaze.</li> <li>• No caso das bananas, elas apodreceram e o cheiro ficou mais forte</li> <li>• A análise foi feita dentro 3 à 4 dias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no frasco B, houve a presença mínima de moscas muito além do normal.</li> <li>• As bananas, por estar um pouco além do cheiro forte, comparado ao frasco A, as bananas ficaram bem secas.</li> <li>• A análise foi feita dentro 3 à 4 dias.</li> </ul>
<p>Data</p> <p>30/09/19</p>	<p>OBS: frasco A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Com a gaze tampando a entrada não houve moscas dentro do pote.</li> <li>• As bananas apodreceram como esperado e ficaram com cheiro forte.</li> </ul>	<p>OBS: frasco B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Houve a ovulação das moscas, algumas apareceram, existem moscas dentro do pote (moscas de frutas), dentro do frasco.</li> <li>• as bananas ficaram bem amareladas e o seu cheiro ficou muito forte.</li> </ul>

Uma equipe não obteve o resultado esperado (Figura 15), as bananas foram decompostas, porém em nenhum dos dois potes foi possível observar a presença de moscas. As equipes conversaram e checaram as etapas da preparação da experiência pra analisar possíveis diferenças. Após a conversa as equipes deduziram que não foi possível obter o resultado esperado pois a equipe colocou os potes de vidro longe de uma corrente de ar, porta ou janela, e o cheiro da decomposição não foi suficiente pra atrair as moscas. A partir disso, a experiência foi refeita e os frascos foram colocados próximos a uma janela. Dessa forma, os alunos conseguiram obter o mesmo resultado da outra equipe. Essa diferença no resultado esperado foi muito importante pois os alunos perceberam que o “erro” pode acontecer e as vezes não indica que o experimento deva ser descartado, mas que a execução poderia ter sido feita de forma inadequada. Ou ainda que um resultado diferente pode apontar para uma situação que não tinha sido considerada no experimento inicial, assim levando a outra linha de raciocínio sobre determinado problema. Esse acontecimento reflete outro pensamento de PIAGET (1978), sobre a importância do erro na construção do conhecimento, pois é através dele que o aluno reflete sobre os conceitos e modelos na tentativa de achar o motivo da diferença nos resultados e desse modo o aprendizado pode ser ainda mais eficiente.

Figura 15 - Registro da experiência que não obteve o resultado esperado. O registro foi realizado em setembro/2019 pelos alunos da equipe 2 do primeiro ano do ensino Médio da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG. Na imagem podemos perceber que as bananas apodreceram, mas não observamos a presença de moscas.



Fonte: elaborada pela autora, 2020

Na segunda aula os alunos tiveram a oportunidade de debater as perspectivas que tiveram a respeito do experimento. Abaixo podemos analisar algumas falas dos alunos:

- ✓ Aluno 1: “o trabalho científico se constrói ao longo do tempo.”
- ✓ Aluno 2: Todo experimento precisa de controle e rigor na execução
- ✓ Aluno 3: A falta de tecnologia pode dificultar o trabalho científico
- ✓ Aluno 4: A divulgação do trabalho científico é importante para que outros cientistas possam testar as hipóteses

A terceira aula foi destinada à parte teórica onde apresentei as teorias da Geração espontânea e Biogênese, contextualizadas de forma histórica. Os alunos conheceram os principais cientistas envolvidos nessas teorias e seus experimentos. Conversamos a respeito da construção do conhecimento que acontece ao longo dos anos. Os alunos ficaram surpresos ao saber que a humanidade já acreditou um dia que a matéria inanimada poderia dar origem a seres com vida. Hoje em dia esse pensamento já não nos cabe mais. A apresentação do contexto histórico, segundo a BNCC (2018), permite a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e compreensão da dinâmica da construção do conhecimento científico. Os alunos também foram confrontados acerca das dificuldades de cada época e destacaram as limitações da ciência, muitas vezes relacionadas a falta de tecnologia, e por isso a ciência é dinâmica e está em construção contínua. Essas declarações evidenciam o discurso de CAMPOS (2009), onde defende que a ciência é dependente da tecnologia existente e o conhecimento científico reflete o modo como o mundo é ou foi visto em outras épocas da história por determinado grupo de pessoas baseados em modelos explicativos e às metáforas tecnológicas da época. Finalizei esse momento enfatizando a importância da divulgação do trabalho científico por meio de registros minuciosos para que, ao ser executado por outros pesquisadores, apresente resultados que poderão ser confirmados ou confrontados.

A abordagem investigativa da atividade 3 (Podem moscas surgirem de bananas?), proporcionou uma abertura maior aos alunos no que diz respeito as etapas de observação, resultados e conclusão mesmo com as orientações iniciais da professora acerca da preparação da experiência. A sistematização do conhecimento através da aula teórica, possibilitou amarrar todas as deduções iniciais dos alunos e percepções finais com os conceitos biológicos relacionados com as teorias da geração espontânea e Biogênese.



A quarta atividade foi realizada em 6 equipes, os alunos se organizaram em grupos de 3 a 4 alunos. A atividade se desenvolveu em 5 aulas distribuídas ao longo de 3 semanas (4 horas e 10 minutos).

Iniciei a primeira aula com a apresentação de uma situação problema: “Em 1922, duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxambu, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, um total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram”. Após analisar a situação problema os alunos responderam as questões

O que pode ter acontecido com as crianças? Por que algumas morreram e outras não?

- ✓ Equipe 1: “Devido à pouca idade das duas crianças pode-se chegar a hipóteses de que não tinham sido vacinadas. Diferentemente das outras cinco crianças que apesar de terem adoecido tinham anticorpos devido a já terem tomado a vacina.”
- ✓ Equipe 2: “As duas crianças eram novas demais para tomar a vacina que previne sarampo, caxumba e rubéola e suas imunidades eram baixas já que elas tinham idades mais vulneráveis (1 ano e 2 anos e meio)”.
- ✓ Equipe 3: “Porque as duas crianças não tomaram a vacina, adoeceram e morreram. Já as outras crianças só adoeceram porque tomaram a vacina”.
- ✓ Equipe 4: “Porque as duas crianças não tinham sido vacinadas ainda. Já as outras crianças tinham sido vacinadas e criaram anticorpos”.
- ✓ Equipe 5: “Porque os dois que morreram eram novos e provavelmente não tomaram a vacina”.
- ✓ Equipe 6: “As outras cinco tomaram vacina. Já as duas que morreram provavelmente não tomaram e conseqüentemente morreram devidos as doenças”.

Após os posicionamentos das equipes fizemos a leitura de um artigo científico divulgado pelo Jornal da USP da pesquisadora Natália Pasternak Taschner que discute porque as vacinas são tão importantes, e de onde a situação problema foi retirada. A partir da leitura, iniciei a segunda aula com um debate sobre os pontos mais importantes do artigo. Os alunos tomaram conhecimento da origem do movimento antivacina e destacaram as conseqüências negativas que o interesse particular de alguns pesquisadores pode causar na sociedade como um todo e que princípios éticos devem ser respeitados. Ainda, enfatizaram que mesmo após a

pesquisa ter sido desconsiderada e o pesquisador punido, muitas pessoas não deixaram de defender o movimento evidenciando assim o poder da disseminação de falsas notícias. A experiência da leitura e debate do artigo científico sobre um tema atual e complexo que envolvia o conhecimento biológico contribuiu para a formação cidadã desses alunos o que é sugerido por SOUZA, SILVA e DOTTORI (2005) e NASCIMENTO e ALVETTI (2006), para o desenvolvimento do pensamento crítico.

Outro assunto levantado pelos alunos que vai de encontro às propostas de SOUZA, SILVA & DOTTORI (2005) e NASCIMENTO & ALVETTI (2006) foi a situação dos imigrantes venezuelanos que estariam causando um surto de sarampo no norte do país. Após analisarmos a situação, os alunos concordaram que o Brasil não estaria com a cobertura vacinal adequada porque se os brasileiros estivessem imunizados eles não ficariam doentes. Além disso, foi discutido a importância das políticas públicas no enfrentamento dessas doenças que são erradicadas através de vacinas, como a disponibilização de vacinas para todas as regiões do país. Diante dessa discussão foi possível perceber, mais uma vez a atuação dos alunos como cidadãos críticos e conscientes, posição essa sugerida pelos PCNEMs como necessidade básica "[...] fortalecimento dos laços de solidariedade e de tolerância recíproca; formação de valores; aprimoramento como pessoa humana; formação ética; exercício da cidadania". (BRASIL, 1999, p. 161).

Durante o debate, os alunos propuseram mudanças de comportamento e combate a disseminação de falsas notícias que poderiam ser utilizadas em seu cotidiano para ajudar a diminuir essa prática devido a sua ação prejudicial à saúde coletiva. Essas propostas vão de encontro à BNCC (2018): “Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais...”.

Para finalizar os alunos responderam a seguinte questão: “Qual a importância da fundamentação científica e veracidade dos fatos quando propagamos informações”:

- ✓ Equipe 1: “Muitas pessoas acabam acreditando em *fake news* que encontra na internet e muitas vezes se precipita em suas escolhas que no caso da vacina afeta não só quem se recusou a tomar, mas outras pessoas também. Se recebermos mensagens que são duvidosas devemos procurar fundamento científico em sites confiáveis antes de compartilhar.”

- ✓ Equipe 2: “A importância de termos fundamentação científica é que não vamos espalhar *fake news* que podem colocar a vida de outras pessoas em risco.”
- ✓ Equipe 3: “A circulação de informações falsas ganhou força através das redes sociais e a fundamentação científica é importante fonte pra saber o que é verdade e o que não é.”
- ✓ Equipe 4: “A fundamentação científica é muito importante no combate a *fake news*, pois ela é a verdade.”
- ✓ Equipe 5: não conseguiram responder.
- ✓ Equipe 6: “As informações são fundamentais para termos certeza que as vacinas são importantes, nós precisamos saber que estudo feito sobre o assunto é verdadeiro e comprova a teoria dos cientistas pois o trabalho deles é apresentar trabalhos que andam lado a lado com a verdade.”

Na terceira aula os alunos tiveram a oportunidade de relatar situações reais onde conhecidos ou até mesmo parentes não vacinam os filhos por medo de contaminação ou possíveis sequelas. Os alunos utilizaram termos como “anticorpos” e “imunidade”, porém não sabiam ao certo o que eram de fato. Aproveitei o momento para sistematizar o conhecimento trazendo conceitos teóricos sobre a produção das vacinas e sua atuação no organismo para indução de imunidade. Além disso, apresentei o calendário Nacional de Vacinação (Figura 16). Os alunos ficaram curiosos, queriam saber se estavam com a carteirinha de vacinação em dia e assim que chegaram em casa pesquisaram junto a seus responsáveis.

Figura 16 - Analisando o Calendário Nacional de Vacinação. A análise do Calendário Nacional de Vacinação foi realizada em outubro/2019 pelos alunos do primeiro ano do ensino Médio da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG durante a aplicação da Atividade 4: movimento antivacina.



Na quarta aula fomos ao laboratório de informática da escola e pesquisamos no *site* do Ministério da Saúde a página destinada ao combate às *fake news*. Muitos reconheceram na página do Ministério notícias que teriam recebido pelo aplicativo *whatsapp* e alguns confessaram ter repassado as informações. Após navegarem pelo site os alunos disseram que o site seria uma fonte confiável de pesquisa para checar informações antes de serem repassadas.

Figura 17 - Consulta ao site do Ministério da Saúde: página destinada ao combate a *fake news*. A consulta foi realizada em outubro/2019 pelos alunos do primeiro ano do ensino Médio da Escola estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG durante a aplicação da Atividade 4: movimento antivacina.



Fonte: a autora, 2020

Como forma de sensibilizar os alunos em relação ao movimento antivacina durante a quinta e última aula levei-os à biblioteca da escola e passei um vídeo (Figura 18) também produzido pelo Ministério da Saúde sobre a paralisia infantil de tina como objetivo combater às *fake News* que envolvem as vacinas.

Figura 18 - Vídeo sobre paralisia infantil produzido pelo Ministério da Saúde como forma de combate a *fake News*. Os alunos do primeiro ano do ensino Médio da Escola Estadual Doutor Humberto Sanches, localizada no município de São Lourenço/MG, assistiram ao vídeo em outubro/2019 durante a aplicação da Atividade 4: movimento antivacina.



Fonte: a autora, 2020

Essa última atividade, com abordagem investigativa, foi um problema não experimental que contou com o auxílio do artigo científico, calendário vacinal, aula teórica, site e vídeo do Ministério da Saúde para sistematização do conhecimento. Essas ferramentas auxiliares ampliam a linguagem da Ciência e, mesmo sem a experimentação, a atividade contou com as etapas: apresentação do problema, levantamento de hipótese, pesquisa e discussão.

Para finalizar esse projeto de pesquisa os alunos responderam um questionário avaliativo, com 6 questões, como forma de avaliar os conhecimentos científicos adquiridos ao longo do processo e o posicionamento dos alunos a respeito da abordagem investigativa. Abaixo segue o questionário com as respostas mais relevantes dos alunos. As questões de 1 a 3 foram retiradas e adaptadas do livro didático *Biologia das células*, dos autores AMABIS E MARTHO (2010).

Através da leitura e análise de um acontecimento científico relacionado à pasteurização presente no enunciado da questão 1 (Figura 19) os alunos tiveram a oportunidade de compreender que a aplicabilidade prática das descobertas científicas pode melhorar a qualidade de vida das populações. Além disso os alunos associaram o conhecimento científico à geração da tecnologia referida no texto. A maioria dos alunos indicaram a eliminação seletiva da bactéria através da pasteurização como forma de evitar a tuberculose.

Figura 19 – Questão 1

**Questão 1** - Leia o texto abaixo e responda:

“A pasteurização, processo de eliminação seletiva de microrganismos pelo aquecimento brando, é hoje largamente empregada na indústria de alimentos. Em diversos países, inclusive no Brasil, é obrigatório pasteurizar o leite e seus derivados antes de comercializá-los. Nesse processo, o leite é mantido a 62° C por 30 minutos, o que elimina a bactéria *Mycobacterium sp.*, um microrganismo frequentemente presente no gado bovino e que pode causar tuberculose em seres humanos. O tratamento elimina também a maioria dos microrganismos responsáveis pela deterioração do leite, prologando sua vida útil”.

Que conhecimentos científicos foram utilizados para gerar a tecnologia referida no texto?

Fonte: AMABIS E MARTHO, 2010 (adaptado)

Entre as respostas mais relevantes temos:

- ✓ Aluno A: “O conhecimento prévio foi o ato de eliminar os microrganismos através do processo de aquecimento e eliminar a bactéria *Mycobacterium sp.* que frequentemente estava presente no gado bovino e que pode causar tuberculose nos seres humanos, segundo o texto.”

- ✓ Aluno B: “Processo de eliminação seletiva de microrganismos como forma de evitar contaminação.”
- ✓ Aluno C: “Reconhecer o mal que a bactéria causadora da tuberculose fez com que o método de pasteurização fosse criado.”
- ✓ Aluno D: “A descoberta da bactéria causadora da tuberculose foi o principal motivo para desenvolver a tecnologia.”
- ✓ Aluno E: “O processo de aquecimento elimina os microrganismos presentes no gado que causam a tuberculose nos seres humanos”.

As questões 2 e 3 do questionário avaliativo (Figura 20) tinham como objetivo verificar se os alunos conseguiam identificar as etapas básicas do procedimento científico, hipótese e experimentação.

Figura 20 – Questões 2 e 3

Leia o texto abaixo e responda as questões 2 e 3:

“Enquanto Pasteur fazia pesquisas com vinhos, cervejas e doenças das lagartas, o jovem médico alemão Robert Koch (1843-1910), sem formação em pesquisa e munido apenas de um microscópio, estava prestes a demonstrar que certos microrganismos realmente podiam causar doenças e morte. Koch encontrou microrganismos no sangue de ovelhas mortas pela doença conhecida como antraz, que afeta animais herbívoros e eventualmente ataca seres humanos, podendo levar à morte. Ele isolou esses microrganismos e transferiu-os para o humor aquoso de olho de vaca, utilizado como meio nutritivo. Depois que os microrganismos se multiplicaram, injetou-os e ratos saudáveis, que logo contraíram a doença.

Koch também descobriu que os microrganismos transmissores do antraz produziam esporos resistentes, que podiam ficar dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos por um herbívoro e causar a doença. Essa foi a primeira demonstração irrefutável de que microrganismos podiam provocar doenças contagiosas. Em sua incessante caça aos microrganismos “assassinos”, Koch acabou descobrindo os causadores da tuberculose e da cólera, dentre outros.

**Questão 2** - Qual era a hipótese de Koch para a causa do antraz?

**Questão 3** - Como Koch testou essa hipótese?

Fonte: AMABIS E MARTHO, 2010 (adaptado)

Na questão 2, os alunos conseguiram identificar a hipótese do médico alemão Robert Koch para a causa do antraz, porém uma parte considerável de alunos teve uma percepção inadequada. Esses alunos confundiram a hipótese com observações e até mesmo com a experimentação. Isso demonstra que o trabalho de identificação de hipóteses precisaria ter sido mais bem trabalhado. Seja pela mediação do professor, ou mudança na abordagem ou talvez com mais atividades (em aulas diversas) de identificação de hipóteses a fim de fixar melhor esse conhecimento. Abaixo podemos analisar algumas das respostas dos alunos:

- ✓ Aluno A: “Ele isolou esses microrganismos e transferiu-os para o humor aquoso de olho de vaca, utilizado como meio nutritivo”.
- ✓ Aluno B: “Descobriu que os microrganismos transmissores do antraz produziam esporos resistentes que podiam ficar dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos por um herbívoro”.
- ✓ Aluno C: “Que os microrganismos transmissores do antraz produziram esporos resistentes, que podiam ficar dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos”.
- ✓ Aluno D: “Os microrganismos transmissores do antraz produziam esporos resistentes que podiam ficar dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos por herbívoros e causar a doença”.
- ✓ Aluno E: “Não soube responder”.
- ✓ Aluno F: “Que os microrganismos transmissores do antraz produzem esporos resistentes que podiam ficar dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos por herbívoros e causar a doença”.
- ✓ Aluno G: “Microrganismos transmissores ficavam dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos por herbívoros e causar a doença”.
- ✓ Aluno H: “Ele encontrou os microrganismos em ovelhas mortas que havia contraído a doença. Sua hipótese está ligada ao fato de que supostamente o capim ingerido estava contaminado”.

Já, na questão 3, os resultados foram mais positivos, uma vez que grande parte dos alunos conseguiu identificar o processo de experimentação, ainda no trabalho de Koch, sobre a causa do antraz, como podemos analisar nas respostas abaixo:

- ✓ Aluno A: “Ele isolou esses microrganismos e transferiu-os para o humor aquoso de olho de vaca utilizado como meio nutritivo logo após os microrganismos se multiplicaram, injetou-os em ratos sadios que logo contraíram a doença”.
- ✓ Aluno B: “Tirando o sangue de um animal infectado e aplicando em um rato saudável e consequentemente o rato ficou doente após a aplicação do sangue”.
- ✓ Aluno C: “Ele isolou esse microrganismo e transferiu para o humor aquoso do olho de vaca utilizado como meio nutritivo. Depois que os microrganismos se multiplicaram injetou-os em ratos sadios que logo contraíram a doença”.

A questão 4 (De acordo com suas perspectivas, qual a importância do estudo científico para a sociedade?) evidenciou o reconhecimento por parte dos alunos da importância do trabalho científico para a sociedade. A maioria dos alunos atribuiu à Ciência pontos positivos no que se refere a qualidade de vida das pessoas, principalmente no tocante à descoberta e prevenção de doenças, como podemos conferir a seguir:

- ✓ Aluno A: “É importante para o avanço tecnológico e medicinal pois com os estudos científicos podemos descobrir e inventar métodos para facilitar e melhorar nossa condição de vida”.
- ✓ Aluno B: “É importante porque a ciência mostra a verdade”.

- ✓ Aluno C: “As doenças podem ser tratadas e prevenidas ou até mesmo curadas”.
- ✓ Aluno D: “Os estudos ajudam a descobrir a causa de doenças e suas curas e ajuda a melhorar a expectativa de vida das pessoas”.
- ✓ Aluno E: Basicamente sem a ciência seria muito fácil ficar doente. Com a ciência cada vez mais conseguimos ficar isentos de doenças, com vacinas próprias, com cuidados mais perto de nós. Encontrando cura, tratamento e se inovando sempre cada vez mais ajudando a humanidade
- ✓ Aluno F: Com os estudos pode-se descobrir tratamentos curas. Podendo também conscientizar os seres humanos dos hábitos alimentares higiene modo “estilo” de vida etc.
- ✓ Aluno G: prevenir doenças ou acontecimentos catástrofes entre outros. Com suas pesquisas e estudos são bem importantes para nossas vidas

Na questão 5 (Na sua opinião, quais são os prejuízos causados por notícias falsas disseminadas através das redes sociais? Quais medidas podem ser adotadas para evitar tais transtornos?), os alunos apontaram alguns prejuízos causados pelas falsas notícias e sugeriram algumas medidas de combate, como podemos perceber nas respostas abaixo:

- ✓ Aluno A: “As notícias falsas podem levar a situações complexas com causas fatais como a própria morte. As pessoas devem pesquisar e se aprofunda mais ainda e que essas notícias que são reconhecidas como falsas não sejam passadas a diante”.
- ✓ Aluno B: “Essas notícias podem influenciar muito na vida de uma pessoa prejudicando pessoas que são ingênuas e acabam acreditando as vezes podem levar pessoas a ter sérios problemas de saúde por passar informações falsas sobre doenças remédios vacinas. Nós devemos ter certeza antes de passar informações temos que saber de onde surgiu essas informações”.
- ✓ Aluno C: “Deixamos por exemplo de perguntar a um médico e paramos de tomar um remédio por conta própria por acreditarmos em *fake* pois chegam sem parar nos nossos ouvidos e não perguntamos se é verdadeira ou não nem procuramos saber porque o jeito que a notícia chega aos nossos ouvidos são de forma impactante e como se fosse jornalística. Conferir sempre a notícia não passar adiante antes que seja conferida. E sempre duvidar”.
- ✓ Aluno D: “Algumas pessoas não tem acesso a todas as informações quando recebem alguma das notícias falsas podem acabar acreditando (pessoas com o acesso também se levam por estas mentiras). Caso receba uma notícia falsa não passar a frente e pesquisar fontes confiáveis”.
- ✓ Aluno E: “Elas fazem com que pessoas acreditem no que é falado, trazendo problemas de saúde as pessoas e desvalorizando o estudo científico. A disseminação de notícias reais e a conscientização sobre a importância da segurança da fonte das notícias que vemos”.
- ✓ Aluno F: “Existem vários prejuízos causados por espalhar notícias falsas como por exemplo as vacinas o ser humano precisa sim tomar as vacinas para combater doenças vírus entre outras há várias pessoas que compartilham notícias contra ela mais as vezes acabam só prejudicando outras pessoas que precisam. Para evitar é legal procurar quem falou de onde veio até porque existem pessoas que trabalham por trás disto para trazer bons resultados”.



- ✓ Aluno G: “Essas coisas causam confusões, apavoramento e revolta. Para evitar devemos pesquisar, procurar saber a verdade e informar o certo”.

As percepções dos alunos nos chamam atenção e nos leva a refletir sobre a situação atual de pandemia da COVID-19, onde uma parcela significativa da sociedade contraria recomendações de especialistas sem nenhuma fundamentação científica. Essa situação grave que envolve a vida de uma nação nos dá o alerta acerca da importância do trabalho científico dentro das escolas como forma de fortalecer a defesa do embasamento científico na tomada de decisões importantes para a sociedade. As respostas evidenciam que após um trabalho de conscientização e debate com os alunos sobre a disseminação de falsas notícias, eles conseguem perceber o impacto que essas falsas notícias causam na sociedade e são capazes de propor mudanças de comportamento para tentar minimizá-las. É importante trabalhar em sala de aula essa temática ao longo do ano e acompanhar a atuação dos alunos nos seus meios de convívio social para que essas medidas possam ser implementadas na sociedade afim de gerar mudanças positivas de combate.

As respostas da questão 6 (Qual a importância, para sua formação, da abordagem investigativa no ensino de Biologia? Responda de acordo com sua vivência escolar.), ressaltaram de forma gratificante a importância da sequência didática pois para os alunos as atividades ajudaram a despertar a curiosidade pelos estudos e pela disciplina, ampliou o conhecimento ao trabalhar na prática a teoria, melhorou a capacidade de se posicionar de forma crítica diante de uma problemática.

- ✓ Aluno A: “Através de processos como a criação de hipóteses, o teste dos mesmos e a elaboração de uma pesquisa podemos cada vez mais se fundamentar na verdade. Logo a abordagem investigativa torna-se algo um tanto importante pois ainda não conhecemos e compreendemos os fenômenos completamente”.
- ✓ Aluno B: “É importante para desenvolver a curiosidade sobre certos fenômenos”.
- ✓ Aluno C: “Em uma aula investigativa os alunos aprenderem na prática e participam mais”.
- ✓ Aluno D: “É importante para desenvolver a curiosidade sobre certos fenômenos que acontecem em nosso planeta e assim não ser pego por notícias falsas”.
- ✓ Aluno E: “A importância é que eu vou ter uma cabeça mais formada quanto a esse lado vou saber fazer experiências e uma coisa que levarei para a vida inteira.
- ✓ Aluno F: “Na minha opinião foi bem incrível pois não foi só teórico do jeito que estamos acostumados, mas prático então quando trabalhamos a prática é muito mais legal e gera interesse”.
- ✓ Aluno G: “Ter amadurecimento mental, saber criticar para entender as notícias que chegam até nós. Nos faz questionar mais e ter foco e amor na matéria”.

- ✓ Aluno H: “Na minha vida abriu portas para a biologia, que antes não me chamaria tanta atenção. Aulas práticas nos dão a oportunidade de saber como é a vida e o trabalho de um cientista e descobrir se é de nosso interesse”.
- ✓ Aluno I: “Desperta a curiosidade nos jovens, fazendo com que não fiquem alienados no meio científico”.
- ✓ Aluno J: “Sim nos ajuda a ter conhecimento sobre esses assuntos de forma mais interessante.”

De maneira geral a vivência das atividades mostrou um novo caminho para ensinar. Os alunos participaram ativamente do processo de ensino, realizaram as experiências, analisaram as situações-problema, levantaram hipóteses, colocaram seus pontos de vista diante das discussões, proporem mudanças de hábitos na sociedade. Além disso o desempenho e interesse dos alunos que participaram da aplicação da sequência didática pela disciplina foi maior em relação aos alunos que não participaram. A abordagem investigativa tornou as aulas mais interessantes e participativas. De forma gradual os alunos compreenderam como ocorre o trabalho científico e sua importância para a sociedade. O protagonismo dos alunos aliado ao “fazer Ciência” contribuiu para a autonomia intelectual dos alunos e o desenvolvimento do pensamento científico nos alunos do ensino Médio.

#### **4 CONCLUSÃO**

Existem vários caminhos para se elaborar uma atividade investigativa, mas a base dessa construção é a resolução de um problema inicial que proporcione aos alunos uma reflexão mais profunda sobre os conteúdos e que pode ser sistematizada com a leitura de textos complementares. Essas atividades podem ser demonstrativas, experimentais ou de contextualização social. No geral, de acordo com as evidências expostas ao longo desse trabalho e, considerando as perspectivas de diferentes autores, é possível perceber que as atividades investigativas, se bem planejadas e conduzidas, possibilitam o pensamento crítico e reflexivo e constrói de forma gradual o pensamento científico. Os alunos demonstram engajamento e protagonismo na resolução dos problemas atuando de forma ativa no processo ensino aprendizagem. Além disso, os alunos conseguiram transpor a sala de aula ao debaterem e proporem mudanças de hábitos da sociedade com base em evidências científicas. Essa atuação ativa na sociedade contribui para formação cidadã dos educandos. O trabalho da escola, representado aqui pelo professor de Biologia, em aproximar o trabalho científico à realidade dos alunos se torna essencial no enfrentamento dos desafios de nossa sociedade atual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. **Biologia das células**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- BAPTISTA, Mónica Luísa Mendes. **Concepção e implementação de atividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. Tese (Doutorado em Didática de Ciências) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde sem Fake News**, Brasília, 2006. Acesso em: 07/01/2019 <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Apresenta conteúdo específico de combate a Fake News**. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/fakenews> Acesso em: 05 jan. 2019.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM**. Parte III – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Ministério da Educação, Brasília, 144p, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 15/12/2018.
- BRASIL. Parâmetro Curriculares Nacionais – PCN – **Orientações Educacionais Complementares**. Ministério da Educação, Brasília, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 07/01/2019.
- CAMPOS, M. C. C; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em Ciências na escola**: o ensino-aprendizagem como investigação. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2009.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequência de ensino investigativo. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- MARTINS. J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental**, 6º ano. São Paulo: Anglo, 2010. (Apostila).

MARTINS, J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental**, 7º ano. São Paulo: SOMOS Sistemas de Ensino, 2017. (Apostila)

MEC. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB. 2015. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)  
Acesso em: 11 de janeiro de 2019.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. São Paulo, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2016.

SASSERON, Lucia Helena. **Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas**: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 18.3 (2018): 1061-1085.

TASCHNER, Natalia Pasternak. **Por que as vacinas são tão importantes**. Jornal da USP, São Paulo, 5 de junho de 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/por-que-as-vacinas-sao-tao-importantes/> . Acesso em 04 jan. 2019.

## APÊNDICE A: Sequência didática

### Atividade 1: a garrafa azul

**Objetivo:** Estimular a curiosidade dos alunos e conduzi-los através do método hipotético-dedutivo de investigação a desvendar o motivo pelo qual o líquido de dentro da garrafa fica azul quando é agitado e transparente quando em repouso.

### Experimento

A “garrafa azul” será previamente preparada e manipulada somente pela coordenadora do projeto (professora) pois contém soda cáustica em sua composição e os alunos irão observar o fenômeno que ocorre na garrafa e propor hipóteses. Além disso não será fornecida a “receita” do experimento para os alunos.

### Preparo prévio da solução

#### Materiais:

- 1 litro e água
- 10 colheres de dextrose
- 7 colheres de soda cáustica
- 5 ml de azul de metileno
- 1 garrafa PET de 2 litros
- 2 garrafas PET de 500ml transparentes
- 2 etiquetas

#### Equipamentos de segurança

- Óculos
- Luvas
- Avental

#### Procedimento

- Colocar 1 litro de água dentro a garrafa PET de 2litros e adicionar 7 colheres de soda caustica. Com a garrafa bem fechada, agitar bem para que a soda cáustica dissolva.
- Após a agitação, abra a garrafa e acrescente as 10 colheres de dextrose. Feche a garrafa e agite novamente para a dextrose dissolva completamente.
- Novamente, abra a garrafa e adicione 5ml de azul de metileno. Feche a garrafa e agite-a verificando se as reações estão ocorrendo (incolor, quando em repouso e azul, quando em movimento).
- Com cuidado distribua o líquido nas garrafas de 500ml. Em uma delas coloque o líquido até a metade e com uma etiqueta identifique como frasco A. Na outra, preencha completamente, sem que reste espaço para o ar, identifique como frasco B.

#### Em sala de aula

- A garrafa será apresentada aos alunos para que eles possam observar o fenômeno e responder as seguintes questões:
  1. Descreva as características do líquido no interior da garrafa.

2. Após a garrafa ter sido agitada com força que você observou? Houve alguma alteração do líquido?
  3. Após alguns minutos de repouso sobre a mesa, o que aconteceu com o líquido?
- Após a observação, os alunos irão propor hipóteses sobre o que está acontecendo dentro da garrafa para que o líquido fique azul quando agitado e transparente quando em repouso.
  - Antes de testar as hipóteses os alunos serão conscientizados sobre a necessidade do teste das hipóteses ser demonstrativo pois o líquido contém soda cáustica (corrosivo) e por motivos de segurança não podemos abrir a garrafa.
  - Em seguida a professora irá testar as hipóteses levantadas pelos alunos e eles irão anotar todos os resultados dos testes.
    1. Investigação I: superfície azul e seu espalhamento. Será que existe uma substância azul no líquido que, após a agitação, se espalhe por ele, colorindo-o?
    2. Investigação II: cor azul e a tampa da garrafa. Será que a cor azul é resultado da interação entre o líquido e a tampa da garrafa?
    3. Investigação III: calor das mãos. Será que a cor azul resulta do aumento da temperatura do líquido pelo contato das mãos com a garrafa?
    4. Investigação IV: o ar na garrafa. Será que existe alguma coisa dentro da garrafa que pudesse reagir com a solução quando esta é agitada?
  - Por último, iremos debater os dados coletados durante o teste das hipóteses e elaborar uma conclusão.

Para finalizar esse primeiro momento a professora irá apresentar as etapas do método científico que foi percorrido para desvendar o mistério da garrafa azul e explicar que é dessa maneira que os cientistas fazem suas descobertas: observando fatos ou fenômenos, obtendo dados, propondo hipóteses, realizando experimentos e chegando a conclusões que refutam ou comprovam suas hipóteses.

### **Atividade 2: observando uma vela**

**Objetivo:** Durante o desenvolvimento da aula espera-se que os alunos ampliem a capacidade de fazer observações e registros nos moldes de relatório experimental. Além de fortalecer a capacidade de trabalhar em equipe e construir o conhecimento.

#### **Em sala de aula**

Os alunos se organizarão em equipes de até 6 alunos e receberão da professora os materiais necessários para o desenvolvimento da experiência.

#### **Materiais:**

- 1 vela
- 1 caixa de fósforo
- 1 pratinho de louça
- 1 régua de metal
- 1 folha de papel sulfite

#### **Procedimento:**

- As orientações de segurança serão tratadas antes de iniciar a atividade experimental.
- Primeiramente irão observar a vela inteira e apagada e anotarão suas características como cor, formato, tamanho, material do qual é feita. Se necessários, desenhos poderão ser feitos.
- Em seguida, no centro da mesa do laboratório, os alunos colocarão a folha sulfite e sobre ela o pratinho de louça. A vela será acesa e gotas de parafina serão derramadas no centro do pratinho para que a vela possa se fixar.
- Após a fixação da vela, os alunos irão observar e registrar as características da chama e fazer uma nova medição do tamanho da vela acesa.
- Depois que a chama estiver bem viva ela será apagada e novas anotações realizadas levando em conta o seguinte questionamento:
  1. O que vocês são capazes de observar e sentir logo após a chama da vela ser apagada?
- Com as observações anotadas os alunos serão novamente questionados:
  1. O que queima na vela: o pavio ou a parafina?
- Em equipe eles irão debater a questão e formular uma hipótese.
- A vela será apagada e as hipóteses testadas:
  1. Investigação: a fumacinha que sai da vela é parafina e se trata de um material inflamável. Para testar essa hipótese a vela será acesa e depois que a chama estiver bem viva será apagada e rapidamente um fósforo será aceso e aproximado da fumacinha. As observações serão feitas e anotadas.
- Por último, será debatido os resultados e elaborada uma conclusão.

Para completar a aula os alunos irão aprender a registrar textos científicos de forma clara e objetiva. Juntos iremos elaborar um relatório da atividade experimental com os seguintes dados:

- I. **Título:**
- II. **Local e data:**
- III. **Autores:**
- IV. **Objetivos:**
- V. **Materiais:**
- VI. **Procedimentos:**
- VII. **Resultados:**
- VIII. **Conclusão:**

### **Atividade 3: podem moscas surgirem de bananas?**

- **Objetivo:** fazer com que os alunos compreendam que as observações dos fenômenos devem ser feitas com critério.

Para essa experiência os alunos deverão escolher dois representantes que executarão o experimento. Os dois alunos então receberão da professora os materiais necessários para a atividade e os demais alunos irão observar.

### **Materiais:**

- 2 bananas
- 2 potes de vidro transparente
- 2 etiquetas
- 1 Caneta azul
- 1 faca sem ponta
- 1 pacote de gaze
- 2 elásticos

### **Procedimento:**

- Os alunos irão identificar os potes. Um pote receberá uma etiqueta “A” e o outro “B”.
- As bananas serão cortadas em rodela e distribuídas igualmente nos dois frascos.
- O frasco “A” será vedado com a gaze e preso com elástico.
- O frasco “B” ficará aberto por uma semana e após esse prazo também será coberto com gaze e preso com o elástico.
- Os frascos deverão ficar próximos a uma janela.
- Os alunos responderão então a seguinte questão:
  1. É possível moscas surgirem de bananas?
  2. O que você acha que vai acontecer daqui a duas semanas com as bananas?
- Diariamente os alunos farão observações e anotações do experimento na tabela que será afixada na sala seguindo o molde abaixo:

<b>Observações</b>	<b>Frasco A</b>	<b>Frasco B</b>
<b>Data</b> __/ /		
<b>Data</b> / /		
<b>Data</b> / /		

- Após a coleta de dados durante 2 semanas iremos discutir o resultado e chegar a uma conclusão.

Para complementar a aula irei abordar historicamente a geração espontânea e a biogênese mencionando os principais cientistas envolvidos e seus experimentos. Os alunos serão alertados quanto as dificuldades de cada época, aos critérios adotados para controle das experiências, da importância da comunicação entre os cientistas para testarem os experimentos propostos e conseguirem chegar a uma mesma conclusão. Discutiremos também sobre o ciclo de vida da *Drosophila melanogaster* relacionando cada estágio larval com os encontrados nos potes do experimento.

### **Atividade 4: movimento antivacina.**

**Objetivo:** Mostrar para os alunos a importância do embasamento científico e o perigo iminente das *fake news* para a sociedade.



### **Em sala de aula**

- A seguinte situação problema será apresentada aos alunos:

Em 1922, duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxumba, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, um total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram.

- Então, os alunos serão instigados a pensarem no problema e proporem uma hipótese para desvendar o motivo das mortes.
- Em seguida todos receberão uma cópia do artigo da Revista USP para leitura em conjunto. Cada aluno irá ler um fragmento do texto.

### **Por que as vacinas são tão importantes**

Natalia Pasternak Taschner

Pesquisadora do Instituto de Ciências Biomédicas da USP.

Jornal da USP

O ano era 1922. Duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxumba, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, um total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram.

Essa situação era comum nos anos 20. Uma em cada cinco crianças morria de alguma doença infecciosa antes de completar 5 anos. Hoje não imaginamos como essas doenças eram cruéis. Não podemos imaginar a dor de perder dois filhos para doenças tão facilmente prevenidas com vacinas. Quantas gerações já se passaram desde tragédias como a da família Miller nos EUA?

Quem morre de sarampo ou caxumba hoje em dia? Graças às vacinas, doenças terríveis e altamente contagiosas foram quase erradicadas. Algumas, como a varíola, o foram de fato.

Como explicar então que, apesar disso, existem grupos professando religiosamente um movimento contra a vacinação? Como entender que possa haver famílias que deliberadamente escolhem não vacinar seus filhos contra essas doenças terríveis e tão temidas no passado?

Em 1998, um médico chamado Andrew Wakefield publicou um estudo relacionando autismo em crianças com a vacina MMR – a tríplice viral, que protege contra sarampo, caxumba e rubéola. Seu estudo tinha apenas 12 pacientes e nenhum fundamento científico. Ele afirmava categoricamente que a vacina era a causa do autismo de seus pacientes. Anos depois, descobriu-se que não somente o estudo era uma fraude, com todos os dados forjados, como também que o estimado doutor havia sido financiado por um advogado que pretendia lucrar milhões processando os fabricantes de vacina, e que ele mesmo pretendia patentear uma nova vacina para substituir a MMR. Wakefield nunca foi contra vacinas, ele apenas queria vender sua própria vacina exclusiva contra sarampo! O médico foi julgado na Inglaterra e considerado culpado de fraude e conspiração. A revista retirou o estudo e se retratou; Wakefield teve sua licença cassada e foi demitido do instituto onde trabalhava.

(...) nos anos 20. Uma em cada cinco crianças morria de alguma doença infecciosa antes de completar 5 anos.

Ainda assim, ele conquistou seguidores no mundo todo, principalmente nos EUA, onde teve início um movimento antivacinação sem precedentes na história. Por causa de um estudo falso, hoje milhares de pessoas estão convencidas de que vacinas, como um todo – e não somente a MMR – são a causa do autismo. O número de crianças não vacinadas está crescendo. Doenças antigas, quase erradicadas, estão reemergindo. Em 2004, na Inglaterra, houve o primeiro surto de sarampo, e a primeira morte pela doença, em 17 anos. Em 2013 ocorreu outro surto de sarampo na Califórnia, EUA.

Casos isolados de poliomielite e coqueluche têm sido reportados. No Brasil, em 2014, registraram-se dois casos de coqueluche em uma família de classe alta em São Paulo, nos quais as crianças não haviam sido vacinadas por escolha dos pais, que temiam o desenvolvimento de autismo e tumores! A filha mais velha, de 6 anos, contraiu a doença e a transmitiu para sua irmã de apenas 6 meses. A bebê estava na UTI lutando por sua vida, enquanto a mãe declarava que a mais velha sofreu semanas com intensa falta de ar.

Em abril de 2017, 200 pessoas ficaram em quarentena em Minnesota, EUA, após 12 casos de sarampo serem notificados em apenas duas semanas, todos em crianças não vacinadas com menos de 6 anos. Enquanto isso, do outro lado do oceano, em Portugal, uma moça de 17 anos morria de sarampo, decorrente de um surto, como outros que vêm ocorrendo na Europa.

E recentemente, o jornal *O Estado de S. Paulo* publicou uma reportagem muito preocupante mostrando o avanço do movimento antivacinação no Brasil. O mais surpreendente da reportagem é o fato de que famílias que escolhem não vacinar seus filhos reportam abertamente que usam, como fonte de informação, as redes sociais!

Vale a pena lembrar, pois, como era o mundo antes das vacinas. Para as mães que alegam que seus filhos são “saudáveis” e, portanto, não precisam de vacinas, cabe o questionamento de se as crianças do passado por acaso eram menos saudáveis do que as nossas, já que adoeciam – e morriam – das mais diversas doenças infecciosas. E casos isolados reportando que seus filhos nunca tomaram vacinas e nem por isso adoeceram mostram um total

desconhecimento do conceito de imunidade de rebanho, ou seja, se todas as outras crianças estão vacinadas, a doença não circula, e uma ou outra que não receber a vacina estará protegida. Adivinha o que acontece quando a imunidade de rebanho diminui? A doença volta a circular e ocorrem surtos, nos quais pessoas não vacinadas estarão suscetíveis.

Antes de a vacina de Jonas Salk para poliomielite ser testada em 1952, aproximadamente 20 mil casos eram reportados por ano, só nos EUA. No ano de 1952, particularmente, os casos chegaram em 58 mil. Hoje, depois das vacinas Salk e Sabin, a pólio foi praticamente erradicada nas Américas e Europa, sendo que os poucos casos restantes advêm de regiões sem acesso às mesmas, na Ásia e na África.

Crianças acometidas pela pólio, mesmo quando sobreviviam, ficavam paráliticas, com retardo mental, ou, na melhor das hipóteses, passavam meses em respiradores artificiais, os “pulmões de aço”.

Nos EUA, antes da vacina contra sarampo, havia aproximadamente de três a quatro milhões de casos por ano, e uma média de 450 mortes por ano, registradas entre 1953 e 1963. Após a introdução da vacina, nenhum caso foi reportado até 2004 – quando a vacinação começou a ser questionada. Meningite era uma doença que matava em média 600 crianças por ano, e deixava sobreviventes com sequelas como surdez e retardo mental. Antes da vacina de coqueluche, quase todas as crianças contraíam a doença, com aproximadamente 150 a 260 mil casos reportados anualmente, com nove mil mortes. Desde 1990, apenas 50 casos ao todo foram reportados.

Rubéola é uma doença relativamente banal em adultos, mas pode acometer gravemente crianças ao nascer, se a mãe for contaminada durante a gestação. O resultado pode incluir defeitos cardíacos, problemas de visão, surdez e retardo mental. Em 1964, antes da imunização, 20 mil bebês nasciam de mães infectadas. Desses, 11 mil eram surdos, quatro mil cegos e 1.800 apresentavam retardo mental.

Além desses exemplos, podemos citar doenças como tuberculose, catapora, caxumba, hepatite B e difteria, que foram controladas com vacinas eficazes, mas que acometeram e mataram milhares de pessoas no passado.

Recentemente, o jornal *O Estado de S. Paulo* publicou uma reportagem muito preocupante mostrando o avanço do movimento antivacinação no Brasil. O mais surpreendente da reportagem é o fato de que famílias que escolhem não vacinar seus filhos reportam abertamente que usam, como fonte de informação, as redes sociais!

As vacinas nos protegem contra doenças terríveis, capazes de causar sofrimento, sequelas e morte. Este fato não pode ser refutado. Há 60 anos as vacinas têm se mostrado eficazes e seguras. Aqui estão alguns argumentos normalmente encontrados na internet:

1. Sarampo e coqueluche não são doenças sérias. Mesmo no surto da Califórnia de 2013, nenhuma criança morreu. Em geral, realmente sarampo não é uma doença séria. Em alguns casos, no entanto, pode gerar sequelas e até matar. Além disso, é uma doença debilitante que causa bastante dor e sofrimento. No surto de 2004, na Inglaterra, houve morte. Coqueluche não costuma ser grave em adultos, mas costuma ser fatal em crianças pequenas e bebês.

2. Cada pai e mãe tem o direito de escolher se seus filhos serão vacinados ou não. Que diferença isso faz para os demais? Quem quiser que vacine os seus! Não é bem assim. Algumas vacinas só imunizam a partir da terceira ou quarta dose, quando a criança está com 5 ou 6 anos. Ter uma população vacinada protege os bebês e crianças pequenas porque impede a disseminação da doença. Protege também pessoas imunocomprometidas que não podem ser vacinadas. É o que chamamos de imunidade de rebanho, como já mencionado. Se você escolhe não vacinar seu filho e, aos 6 anos, ele contrai uma doença, e por sua vez contamina o meu bebê de 6 meses que ainda não foi vacinado porque não tem idade, a sua escolha pessoal está afetando a minha família. E meu bebê pode morrer porque você não vacinou seus filhos e permitiu que eles tivessem contato com a minha família. Eu não compartilho da sua escolha, mas sou afetada por ela. Portanto, se você optar por não vacinar seu filho, não reclame depois se ele não for aceito em alguma escola que exija calendário da vacinação completo, ou se sofrer algum processo judicial. Além disso, tenha consciência de que a sua escolha pessoal, baseada em boatos e estudos sem comprovação científica, está colocando a vida de outras pessoas em risco.
3. Antes de 1940 não existia autismo. Depois das vacinas, os casos de autismo começaram a aparecer. Antes de 1940 também não existia televisão, DDT, poluentes, gordura trans, muitos dos pesticidas utilizados hoje, alimentos processados, conservantes, adoçantes artificiais, computador e celulares, rock and roll, feminismo, etc. NÃO estou absolutamente sugerindo que qualquer um desses possa “causar” autismo. Mas nem toda coincidência de fatos indica relação de causa e efeito. Além disso, o critério para diagnóstico de autismo foi alterado para incluir uma gama de novos transtornos, e o próprio diagnóstico melhorou muito desde 1940, contribuindo para o aumento das estatísticas.
4. O mercúrio nas vacinas é neurotóxico. Não existem evidências de que o mercúrio presente nas formulações vacinais cause autismo ou qualquer outra doença neurológica. Além disso, não se usa mais mercúrio desde 2001. Se houvesse uma relação direta, os números de autismo teriam automaticamente sido reduzidos desde então.
5. O atual calendário vacinal tem um número muito elevado de antígenos e pode comprometer o sistema imune “natural” das crianças, por sobrecarga. As crianças são expostas a milhares de antígenos o tempo todo, desde o nascimento. As vacinas contribuem com aproximadamente 300 antígenos até dois anos de idade, de acordo com dados do CDC. Esses antígenos usariam 0,1% do sistema imune. Além disso, as vacinas mais modernas são feitas com subunidades, ou seja, contêm apenas “pedaços” de vírus ou bactérias, utilizando ainda menos antígenos do que se a criança fosse infectada normalmente. Portanto, novamente, se houvesse uma relação direta com o número de antígenos e os casos de autismo, esses teriam automaticamente sido reduzidos com as novas formulações vacinais. E isso não aconteceu.

Tenho a impressão de que as famílias que optam por não vacinar seus filhos não têm a menor noção do incrível potencial de morte e sofrimento que as doenças infecciosas possuem, e que causaram no passado. As pessoas esqueceram como era viver sem vacinas. Espero que possamos lembrá-las: uma criança em cada cinco morria. O mundo antes das vacinas não me parece um local muito alentador. Eu não gostaria de voltar para lá.

- Após a leitura iremos debater as principais questões do artigo enfatizando a importância da fundamentação científica e veracidade de fatos quando propagamos informações pois as consequências das *fake news* podem ser graves e comprometer o bem estar de toda a sociedade.
- Para dimensionar a gravidade da situação nós iremos até a sala de informática e acessaremos o site do Ministério da Saúde onde poderemos encontrar uma página destinada ao combate das *fake news*.

Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/fakenews>

- Ainda, como processo de sensibilização, os alunos irão assistir a um vídeo produzido pelo Ministério da Saúde sobre o movimento antivacinação.

Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=SDX1R\\_uR5C4](https://www.youtube.com/watch?v=SDX1R_uR5C4)

Para complementar a aula irei explicar o que são as vacinas, suas formas de atuação no sistema imunológico e apresentar o calendário nacional de vacinação.

**Observação:**

As atividades 1, 2 e 3 da sequência didática foram retiradas e parcialmente modificadas do Manual do professor do sistema Anglo de ensino, caderno 1 - 6º ano e caderno 1 – 7º ano, autor: José Manoel Martins.

## APÊNDICE B: Questionário avaliativo

1) Leia o texto abaixo e responda:

**Objetivo: verificar se o aluno compreende a aplicabilidade prática das descobertas científicas como forma de melhorar a qualidade de vida das populações**

“A pasteurização, processo de eliminação seletiva de microrganismos pelo aquecimento brando, é hoje largamente empregada na indústria de alimentos. Em diversos países, inclusive no Brasil, é obrigatório pasteurizar o leite e seus derivados antes de comercializá-los. Nesse processo, o leite é mantido a 62° C por 30 minutos, o que elimina a bactéria *Mycobacterium tuberculosis*” um microrganismo frequentemente presente no gado bovino e que pode causar tuberculose em seres humanos. O tratamento elimina também a maioria dos microrganismos responsáveis pela deterioração do leite, prologando sua vida útil”

Que conhecimentos científicos foram utilizados para gerar a tecnologia referida no texto?

---

---

---

---

Leia o texto abaixo e responda as questões 2 e 3.

“Enquanto Pasteur fazia pesquisas com vinhos, cervejas e doenças das lagartas, o jovem médico alemão Robert Koch (1843-1910), sem formação em pesquisa e munido apenas de um microscópio, estava prestes a demonstrar que certos microrganismos realmente podiam causar doenças e morte. Koch encontrou microrganismos no sangue de ovelhas mortas pela doença conhecida como antraz, que afeta animais herbívoros e eventualmente ataca seres humanos, podendo levar à morte. Ele isolou esses microrganismos e transferiu-os para o humor aquoso de olho de vaca, utilizado como meio nutritivo. Depois que os microrganismos se multiplicaram, injetou-os e ratos saudáveis, que logo contraíram a doença.

Koch também descobriu que os microrganismos transmissores do antraz produziam esporos resistentes, que podiam ficar dormentes no capim dos pastos por longo tempo até serem ingeridos por um herbívoro e causar a doença. Essa foi a primeira demonstração irrefutável de que microrganismos podiam provocar doenças contagiosas. Em sua incessante caça aos microrganismos “assassinos”, Koch acabou descobrindo os causadores da tuberculose e da cólera, dentre outros.

2) Qual era a hipótese de Koch para a causa do antraz?

**Objetivo: verificar se o aluno consegue identificar uma hipótese.**

---

---

---

3) Como Koch testou essa hipótese?

**Objetivo: analisar a percepção do aluno acerca da experimentação com uma das formas de testar as hipóteses.**

---

---

---

---

4) De acordo com suas perspectivas, qual a importância do estudo científico para a sociedade?

---

---

---

---

5) Na sua opinião, quais são os prejuízos causados por notícias falsas disseminadas através das redes sociais? Quais medidas podem ser adotadas para evitar tais transtornos?

---

---

---

---

6) Qual a importância, para sua formação, da abordagem investigativa no ensino de Biologia? Responda de acordo com sua vivência escolar.

---

---

---

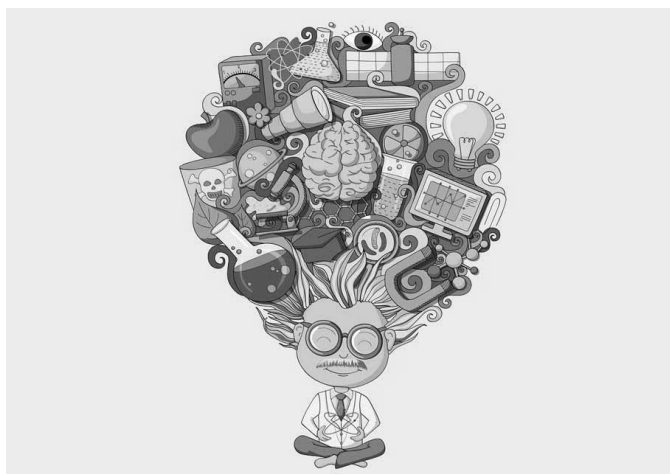
---

**Observação:** os textos e as perguntas das questões 1, 2 e 3 foram retiradas e modificadas com base no livro didático Biologia das Células, editora: Moderna, Autores: José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho.



**APÊNDICE C**  
**PRODUTO – SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

DESENVOLVENDO O PENSAMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO



**Raphaela Junqueira Carvalho**

Carolina Morais Apolônio – orientadora

**Juiz de Fora**

**2020**



RAPHAELA JUNQUEIRA CARVALHO

DESENVOLVENDO O PENSAMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO

Projeto de Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado como requisito parcial para aprovação ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em rede Nacional (PROFBIO), da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.

Orientadora: Ana Carolina Morais Apolônio.

**Juiz de Fora**

**2020**

## APRESENTAÇÃO

Prezado (a) colega professor (a),

Ao iniciar o Mestrado fui provocada a respeito da prática docente. Quais seriam as dificuldades em ensinar Biologia ao ensino Médio? Refletindo sobre os vários temas que desafiam nossa prática o que mais me incomodou é como fazer com que nossos alunos pensem além da sala de aula, como o aluno poderiam se apropriar do conteúdo e a partir disso se posicionarem em seus meios de atuação? Como contribuir para a autonomia intelectual desses alunos? Assim nasceu o propósito do meu projeto de mestrado: desenvolver o pensamento científico em alunos do ensino médio. Para alcançar o objetivo escolhi a abordagem investigativa como estratégia de ensino. Encontrei na literatura várias propostas para trabalhar com essa abordagem, e percebi que existem vários caminhos. Aqui nesse produto apresento a vocês um deles. As atividades aqui propostas colocam o aluno frente ao seu processo de ensino aprendizagem e mostra ao aluno de forma gradual a importância da Ciências para a sociedade, como os cientistas trabalham, quais suas dificuldades e propõe uma discussão a respeito de um problema atual de saúde pública, o movimento antivacina. Espero que esse produto possa auxiliá-lo (a) a trabalhar a abordagem investigativa e alcançar o pensamento científico em nossos alunos.

Raphaela Junqueira Carvalho

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>2</b>	<b>ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA.....</b>	<b>70</b>
2.1	ORIENTAÇÕES.....	71
<b>3</b>	<b>SUGESTÕES DE ATIVIDADES</b>	<b>73</b>
3.1	ATIVIDADE 1: A GARRAFA AZUL	73
3.2	ATIVIDADE 2: OBSERVANDO UMA VELA	76
3.3	ATIVIDADE 3: PODEM MOSCAS SURGIREM DE BANANAS?	78
3.4	ATIVIDADE 4: MOVIMENTO ANTIVACINA	80

## 1 INTRODUÇÃO

A atuação do professor mudou ao longo dos anos, aos poucos o professor deixou de somente transmitir conhecimento e passou a ser mediador na relação ensino-aprendizagem dos alunos (KRASILCHIK, 2000). Mas existem outros desafios a serem superados especialmente no ensino de Biologia, como por exemplo, a construção da alfabetização científica através do desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo (WIEMAN, 2007). Dessa forma faz-se necessário repensar nossas práticas, buscando novos métodos e abordagem de ensino (VAILLANT, 2012).

A abordagem investigativa permite construir o conhecimento mais próximo do científico sem ter a pretensão de formar cientistas (CAMPOS, 2009). Durante uma atividade investigativa o aluno se depara com uma situação-problema que o provocará à reflexão, proposição de hipóteses, experimentação, análise de resultados e discussão. Nesse ambiente o aluno adquire de forma gradual a cultura e linguagem científica (SASSERON E CARVALHO, 2008). Por isso a abordagem investigativa se destaca como estratégias de ensino de Biologia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino Médio, homologada (2018) mas ainda não foi implementada estabelece competências que reforçam o ensino de Biologia como ciência experimental e enfatiza a importância da abordagem investigativa para o currículo:

“Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).” (BNCC, 2018, p. 539)

Assim, diante da necessidade de trabalhar a abordagem investigativa no desenvolvimento do currículo de Biologia, esse produto foi estruturado com atividades que possam contribuir para o desenvolvimento do pensamento científico.

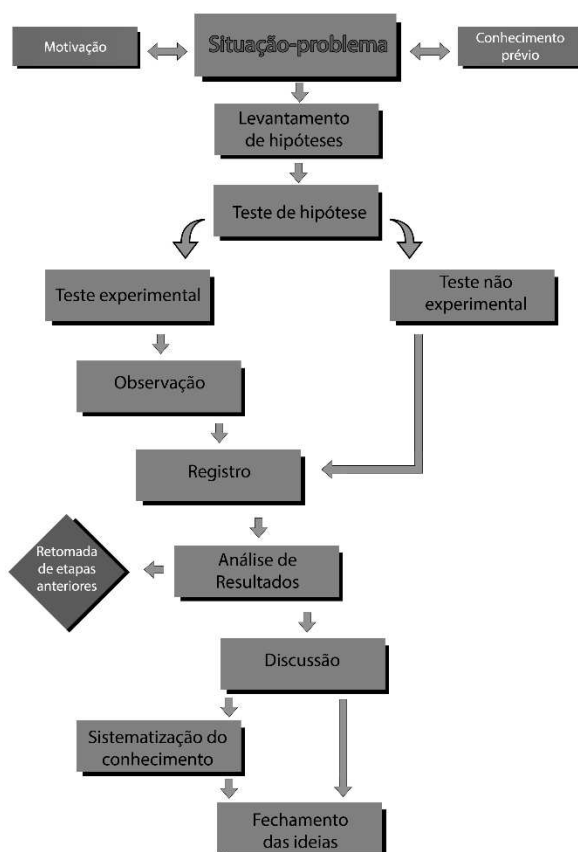
## 2 ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Na prática docente, muitos de nós professores utilizamos, as vezes sem ter consciência, a abordagem investigativa. Conhecendo as características dessa abordagem podemos nos apropriar melhor dessa prática afim de alcançar seus principais objetivos: protagonismo estudantil, pensamento crítico, reflexivo e científico.

Podemos desfrutar dessa abordagem de maneiras diversas. Durante um pequeno momento da aula, ao questionar o aluno sobre determinada situação problema o professor está utilizando a abordagem investigativa e gerando reflexão nesse aluno. Ao tirar o aluno da zona de conforto e colocá-lo frente ao processo de ensino o professor colabora para o desenvolvimento da autonomia intelectual desse aluno. Permitir a interação do aluno no processo de ensino aprendizagem o torna parte responsável do processo.

A seguir apresento um fluxograma que poderá auxiliá-lo no desenvolvimento dessa abordagem.

Fluxograma: desenvolvimento de uma atividade com abordagem investigativa



## 2.1 ORIENTAÇÕES

**Apresentação do problema:** a situação problema pode ser apresentada de maneiras diversas: apresentação de um fenômeno ou de uma experiência, um questionamento, uma situação hipotética, fragmentos de uma reportagem, um rótulo de medicamento ou alimento. O importante é criar um problema inicial que desencadeia todo o processo de investigação e gere reflexão no aluno.

**Motivação:** a etapa motivacional pode ocorrer antes ou durante a apresentação do problema. A maneira pela qual o professor apresenta (através de seu discurso) a situação-problema é uma forma de incentivar os alunos no início da atividade e determinará o engajamento do alunos durante todo o processo.

**Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos:** antes ou após a apresentação da situação-problema aproveite para verificar o que os alunos já sabem sobre determinado assunto e a partir disso trace uma estratégia para alcançar o conhecimento que ainda lhes falte.

**Levantamento das hipótese:** depois que o problema é apresentado os alunos podem expor suas ideias através da suposição.

**Teste das hipóteses:** nessa etapa o aluno tem a oportunidade de testar suas suposições acerca da situação problema

**Testes experimentais:** o teste de uma hipótese pode se dar através de uma experiência. A experiência pode ser pré-definida pelo professor ou o aluno poderá criar um modelo próprio para testar sua hipótese inicial. Os materiais necessários para a experiência podem ser fornecidos ou não pelo professor, isso depende do grau de abertura da atividade. Se for uma atividade mais direcionada o aluno pode criar seu modelo através de materiais previamente fornecidos pelo professor ou se a atividade for mais livre o aluno poderá elaborar seu modelo experimental com materiais de livre escolha. O tempo da experiência também vai depender do tipo de atividade. Algumas experiências são realizadas em minutos e outras durante semanas ou meses.

**Testes não experimentais:** o teste das hipóteses de problemas não experimentais se dá através da pesquisa.

**Observação e registro:** a observação ocorre geralmente em atividades experimentais. Durante o desenvolvimento da experiência é fundamental fazer observações criteriosas e registrá-las. Os registros podem ser feitos através de tabelas, desenhos, diários, relatórios, vídeos, entre outros. O importante é ter esse material em mãos para análise e discussões futuras.

**Análise resultados:** todo material que foi produzido através de registros ou utilizado durante uma pesquisa precisa ser confrontado com as hipóteses levantadas.

**Discussão:** o momento de discussão pode ocorrer em equipes ou de maneira geral, com toda a turma. É nesse momento que os alunos vão se posicionar e argumentar a favor ou contra uma hipótese. O diálogo nesse momento gera criticidade e autonomia intelectual.

**Sistematização do conhecimento:** a sistematização do conhecimento pode acontecer através da mediação do professor ou até mesmo do aluno, dependendo da atividade desenvolvida. É nesse momento que o conteúdo teórico é amarrado com a atividade que foi realizada. Como forma de evidenciar a construção do conhecimento científico é importante situar o aluno no contexto histórico de determinado conceito: como, quando e por quem foi construído e quais as limitações tecnológicas e culturais da época.

**Fechamento das ideias:** vencidas as etapas anteriores o professor mediador retoma o problema e o associa a sua resolução, recapitulando sucintamente o caminho percorrido até a conclusão da atividade.

Essas etapas podem ser aplicadas a qualquer conteúdo do currículo do ensino Médio. O importante é o planejamento prévio do professor para o desenvolvimento da abordagem investigativa. O planejamento deve conter uma estimativa de tempo que será gasto, o conteúdo a ser trabalhado e as etapas que irão fazer parte da abordagem. Você pode criar seu próprio fluxograma a partir das etapas primordiais da abordagem investigativa: situação-problema, levantamento e teste de hipóteses, análise de dados e discussão. Outro ponto importante é a retomada de etapas anteriores, as vezes o aluno está analisando resultados e precisa retornar ao problema e ao teste de hipóteses pra chegar a uma conclusão, dê liberdade ao aluno para que isso possa acontecer.

A seguir, apresento algumas sugestões de atividades que podem ser trabalhadas no ensino médio, de forma sequencial ou não, a abordagem investigativa.

### 3 SUGESTÕES DE ATIVIDADES

#### 3.1 ATIVIDADE 1: A GARRAFA AZUL

DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos cada.

##### OBJETIVOS:

- Estimular a curiosidade;
- Elaborar hipóteses;
- Fazer observações e registros;
- Promover o debate e reflexão sobre a importância da Ciência para a sociedade;
- Apresentar as etapas do método científico,

##### EXPERIÊNCIA

A “garrafa azul” e a de teste devem ser previamente preparadas e manipuladas somente pelo professor pois contém soda cáustica em sua composição. Além disso é importante lacrar as garrafas como forma de prevenção a acidentes. A “receita” do experimento não deve ser fornecida aos alunos.

##### PREPARO PRÉVIO DA SOLUÇÃO

##### MATERIAIS:

- 1 litro e água
- 10 colheres de dextrose
- 7 colheres de soda cáustica
- 5 ml de azul de metileno
- 1 garrafa PET de 2 litros
- 2 garrafas PET de 500ml transparentes
- 2 etiquetas

##### EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

- Óculos
- Luvas
- Avental

##### PROCEDIMENTO

- Coloque 1 litro de água dentro da garrafa PET de 2 litros e adicione as 7 colheres de soda cáustica. Com a garrafa bem fechada, agite bem para que a soda cáustica dissolva.
- Após a agitação, abra a garrafa e acrescente as 10 colheres de dextrose. Feche a garrafa e agite novamente para que a dextrose se dissolva completamente.
- Novamente, abra a garrafa e adicione 5ml de azul de metileno. Feche a garrafa e agite-a verificando se as reações estão ocorrendo (incolor, quando em repouso e azul, quando em movimento).



- Com cuidado distribua o líquido nas garrafas de 500ml. Em uma delas coloque o líquido até a metade e com uma etiqueta identifique como frasco A. Na outra, preencha completamente, sem que reste espaço para o ar, identifique como frasco B.

## EM SALA DE AULA

### Aula 1

- Apresente a garrafa aos alunos. Essa apresentação pode ser utilizada como uma etapa motivacional, utilize seu discurso como forma de promover o engajamento dos alunos. Você pode dizer, por exemplo, que a garrafa é misteriosa e convidar os alunos a desvendar o mistério (situação-problema). Em seguida comece as observações, os alunos devem registrá-las. Peça aos alunos para:
  4. Descrever as características do líquido no interior da garrafa que a princípio deve estar em repouso.
  5. Agite a garrafa e pergunte aos alunos o que eles podem observar, houve alguma alteração do líquido?
  6. Após alguns minutos de repouso sobre a mesa, os alunos devem fazer novos registros sobre as alterações do líquido.
- Após as observações e registros, os alunos irão propor hipóteses sobre o que está acontecendo dentro da garrafa para que o líquido fique azul quando agitado e transparente quando em repouso.
- Antes de testar as hipóteses os alunos serão conscientizados sobre a necessidade do teste das hipóteses ser demonstrativo pois o líquido contém soda cáustica (corrosivo) e por motivos de segurança não podemos abrir a garrafa.

### Aula 2

- A segunda aula é destinada ao teste das hipóteses levantadas pelos alunos. Eles devem anotar todos os resultados dos testes. Abaixo temos algumas sugestões de testes relacionados a algumas hipóteses que podem ser levantadas pelos alunos.
  5. Investigação I: superfície azul e seu espalhamento. Será que existe uma substância azul no líquido que, após a agitação, se espalhe por ele, colorindo-o? Peça aos alunos para observar a fina camada de corante na superfície do líquido e verificar se a quantidade seria suficiente para intensificar a cor do líquido após a agitação.
  6. Investigação II: cor azul e a tampa da garrafa. Será que a cor azul é resultado da interação entre o líquido e a tampa da garrafa? Vire a garrafa com cuidado de cabeça para baixo e observe se ocorre as alterações.
  7. Investigação III: calor das mãos. Será que a cor azul resulta do aumento da temperatura do líquido pelo contato das mãos com a garrafa? Segure a garrafa com as duas mãos por alguns minutos e verifique se o líquido muda de cor.
  8. Investigação IV: o ar na garrafa. Será que existe alguma coisa dentro da garrafa que pudesse reagir com a solução quando esta é agitada? Pegue a garrafa reserva (frasco B) e agite-a. Verifique se ocorre as mesmas alterações do frasco A.
- Analise os resultados e confronte com as hipóteses levantadas pelos alunos.

**PARA FINALIZAR:**

- Proponha um momento de reflexão sobre a importância da Ciência para a sociedade.
- Converse com os alunos sobre a importância da curiosidade para as descobertas científicas.
- Pergunte qual área da Ciência desperta curiosidade nos alunos.
- Apresente as etapas do método científico que foram percorridas durante a atividade para desvendar o mistério da garrafa azul.
- Fale um pouco sobre o trabalho dos cientistas.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MARTINS. J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental**, 6º ano. São Paulo: Anglo, 2010. (Apostila).

### 3.2 ATIVIDADE 2: OBSERVANDO UMA VELA

DURAÇÃO: 2 aulas de 50 minutos cada

OBJETIVOS:

- Ampliar a capacidade de levantar hipótese e fazer observações;
- Aprender a registrar a experiência através de um relatório.
- Fortalecer a capacidade de trabalhar em equipe.

PREVIAMENTE

Providencie os seguintes materiais para cada equipe:

- 1 vela
- 1 caixa de fósforo
- 1 pratinho de louça
- 1 régua de metal
- 1 folha de papel sulfite

EM SALA DE AULA

#### **Aula 1**

Organize os alunos em equipes de até 6 participantes e distribua os materiais necessários para o desenvolvimento da experiência. Cada equipe precisa se organizar em torno de uma mesa.

PROCEDIMENTOS:

- Oriente os alunos quanto as normas de segurança que devem ser adotadas ao utilizar fogo (não brincar com a chama, seguir as orientações do professor, manter o cabelo preso caso seja comprido, evitar contato com parafina derretida...).
- Inicie fazendo o levantamento das características da vela que os alunos já conhecem.
- Oriente os alunos a observar a vela inteira e apagada e anotar com riqueza de detalhes suas características como cor, formato, tamanho, material do qual é feita. Se necessários, desenhos poderão ser feitos.
- Seguindo com as orientações, no centro da mesa, os alunos devem colocar a folha sulfite no centro da mesa e sobre ela o pratinho de louça, acender a vela até que gotas de parafina sejam derramadas no centro do pratinho para que a vela possa se fixar.
- Após a fixação da vela, os alunos irão observar e registrar as características da chama e fazer uma nova medição do tamanho da vela acesa.
- Depois que a chama estiver bem viva ela será apagada e novas anotações realizadas levando em conta o seguinte questionamento:
  1. O que vocês são capazes de observar e sentir logo após a chama da vela ser apagada?
- Com as observações anotadas os alunos serão novamente questionados:
  2. O que queima na vela: o pavio ou a parafina?
- Em equipe eles irão debater a questão e formular uma hipótese.

- A vela será apagada e a hipótese testada: a fumacinha que sai da vela é parafina e se trata de um material inflamável. Para testar essa hipótese a vela será acesa e depois que a chama estiver bem viva será apagada e rapidamente um fósforo será aceso e aproximado da fumacinha. As observações serão feitas e anotadas.
- Promova uma discussão sobre os resultados para fazer o fechamento das ideias.

## **Aula 2**

Para completar a aula ensine os alunos a fazer o registro científicos de forma clara e objetiva, por meio de um relatório. O relatório deverá conter os seguintes itens:

- I. Título:**
- II. Local e data:**
- III. Autores:**
- IV. Objetivos:**
- V. Materiais:**
- VI. Procedimentos:**
- VII. Resultados:**
- VIII. Conclusão:**

## REFERÊNCIAS

MARTINS. J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental**, 6º ano. São Paulo: Anglo, 2010. (Apostila).

### 3.3 ATIVIDADE 3: PODEM MOSCAS SURGIREM DE BANANAS?

DURAÇÃO: 3 aulas de 50 minutos cada

OBJETIVOS:

- Acompanhar o processo de decomposição
- Identificar as etapas do ciclo de vida de uma mosca
- Trabalhar os conceitos de Geração espontânea e Abiogênese
- Desenvolver autonomia no preparo e acompanhamento da atividade experimental
- Fortalecer o trabalho em equipe
- Ampliar a capacidade de fazer observações e registros
- Compreender as limitações da Ciência relacionadas à tecnologia e a costumes.

PREVIAMENTE

Providencie para cada equipe uma folha impressa com os procedimentos para o desenvolvimento da experiência e os materiais listados abaixo:

- 2 bananas
- 2 potes de vidro transparente
- 2 etiquetas
- 1 Caneta azul
- 1 faca sem ponta
- 1 pacote de gaze
- 2 elásticos

PROCEDIMENTOS:

- Identifique os frascos. Um frasco receberá uma etiqueta “A” e o outro “B”.
- Corte as bananas em rodela e distribua igualmente nos dois frascos.
- O frasco “A” será vedado com a gaze e preso com elástico.
- O frasco “B” ficará aberto por uma semana e após esse prazo também será coberto com gaze e preso com o elástico.
- Os frascos deverão ficar próximos a uma janela.
- Respondam as questões a seguir:
  1. É possível moscas surgirem de bananas?
  2. O que você acha que vai acontecer daqui a duas semanas com as bananas?
- Diariamente a equipe deve fazer observações e anotações do experimento. As anotações devem conter:

Data \_\_/\_\_/\_\_

**Observações frasco A**

**Observações frasco B**

- Se necessário registre as alterações por meio de fotos.
- Pesquise na internet, o ciclo de vida da mosca das frutas (*Drosophila melanogaster*), para posteriormente identificar as etapas do ciclo durante as observações da experiência.

## EM SALA DE AULA

### **Aula 1**

Organize os alunos em equipes, distribua os materiais e a folha com os procedimentos. Deixe que os alunos leiam as orientações e executem os procedimentos. Auxilie somente no caso de dúvidas.

### **Aula 2**

Após duas semanas de coleta de dados discuta os resultados com os alunos levando em consideração:

- As duas questões que os alunos responderam na folha de procedimentos: 1) É possível moscas surgirem de bananas? 2) O que você acha que vai acontecer daqui a duas semanas com as bananas? Compare as respostas com os resultados obtidos.
- Analise com os alunos o processo de decomposição.
- Verifique com os alunos se eles conseguiram identificar as etapas do ciclo de vida da mosca das frutas.

### **Aula 3**

A última aula será destinada a sistematização do conhecimento. Aborde historicamente as teorias da Geração espontânea e Biogênese, destacando as dificuldades de cada época, os cientistas envolvidos e seus experimentos. Enfatize que o conhecimento científico é construído ao longo dos anos através da contribuição de vários estudiosos. Além disso fale sobre os critérios adotados para controle das experiências, da importância da comunicação entre os cientistas para testarem os experimentos propostos e conseguirem chegar a uma mesma conclusão.

## REFERÊNCIAS

MARTINS. J. M. **Manual do professor de Ciências, Ensino Fundamental**, 7º ano. São Paulo: SOMOS Sistemas de Ensino, 2017. (Apostila)

### 3. 4 ATIVIDADE 4: MOVIMENTO ANTIVACINA

DURAÇÃO: 5 aulas de 50 minutos cada

OBJETIVOS:

- Proporcionar aos alunos uma discussão a respeito de um problema real de saúde pública;
- Permitir que os alunos proponham mudanças de hábito que contribuam no combate a falsas notícias disseminadas nas redes sociais.
- Mostrar para os alunos a importância do embasamento científico na tomada de decisões do nosso cotidiano.

PREVIAMENTE

Prepare cópias do artigo científico e do calendário Nacional de vacinação, que seguem abaixo para que os alunos possam ler no momento oportuno.

#### **Por que as vacinas são tão importantes**

Natalia Pasternak Taschner

Pesquisadora do Instituto de Ciências Biomédicas da USP.

Jornal da USP

O ano era 1922. Duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxumba, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, um total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram.

Essa situação era comum nos anos 20. Uma em cada cinco crianças morria de alguma doença infecciosa antes de completar 5 anos. Hoje não imaginamos como essas doenças eram cruéis. Não podemos imaginar a dor de perder dois filhos para doenças tão facilmente prevenidas com vacinas. Quantas gerações já se passaram desde tragédias como a da família Miller nos EUA?

Quem morre de sarampo ou caxumba hoje em dia? Graças às vacinas, doenças terríveis e altamente contagiosas foram quase erradicadas. Algumas, como a varíola, o foram de fato.

Como explicar então que, apesar disso, existem grupos professando religiosamente um movimento contra a vacinação? Como entender que possa haver famílias que deliberadamente escolhem não vacinar seus filhos contra essas doenças terríveis e tão temidas no passado?

Em 1998, um médico chamado Andrew Wakefield publicou um estudo relacionando autismo em crianças com a vacina MMR – a tríplice viral, que protege contra sarampo, caxumba e rubéola. Seu estudo tinha apenas 12 pacientes e nenhum fundamento científico. Ele afirmava categoricamente que a vacina era a causa do autismo de seus pacientes. Anos depois, descobriu-se que não somente o estudo era uma fraude, com todos os dados forjados, como também que o estimado doutor havia sido financiado por um advogado que pretendia lucrar milhões processando os fabricantes de vacina, e que ele mesmo pretendia patentear uma nova vacina para substituir a MMR. Wakefield nunca foi contra vacinas, ele apenas queria vender sua própria vacina exclusiva contra sarampo! O médico foi julgado na Inglaterra e considerado culpado de fraude e conspiração. A revista retirou o estudo e se retratou; Wakefield teve sua licença cassada e foi demitido do instituto onde trabalhava.

(...) nos anos 20. Uma em cada cinco crianças morria de alguma doença infecciosa antes de completar 5 anos.

Ainda assim, ele conquistou seguidores no mundo todo, principalmente nos EUA, onde teve início um movimento antivacinação sem precedentes na história. Por causa de um estudo falso, hoje milhares de pessoas estão convencidas de que vacinas, como um todo – e não somente a MMR – são a causa do autismo. O número de crianças não vacinadas está crescendo. Doenças antigas, quase erradicadas, estão reemergindo. Em 2004, na Inglaterra, houve o primeiro surto de sarampo, e a primeira morte pela doença, em 17 anos. Em 2013 ocorreu outro surto de sarampo na Califórnia, EUA.

Casos isolados de poliomielite e coqueluche têm sido reportados. No Brasil, em 2014, registraram-se dois casos de coqueluche em uma família de classe alta em São Paulo, nos quais as crianças não haviam sido vacinadas por escolha dos pais, que temiam o desenvolvimento de autismo e tumores! A filha mais velha, de 6 anos, contraiu a doença e a transmitiu para sua irmã de apenas 6 meses. A bebê estava na UTI lutando por sua vida, enquanto a mãe declarava que a mais velha sofreu semanas com intensa falta de ar.

Em abril de 2017, 200 pessoas ficaram em quarentena em Minnesota, EUA, após 12 casos de sarampo serem notificados em apenas duas semanas, todos em crianças não vacinadas com menos de 6 anos. Enquanto isso, do outro lado do oceano, em Portugal, uma moça de 17 anos morria de sarampo, decorrente de um surto, como outros que vêm ocorrendo na Europa.

E recentemente, o jornal *O Estado de S. Paulo* publicou uma reportagem muito preocupante mostrando o avanço do movimento antivacinação no Brasil. O mais surpreendente da reportagem é o fato de que famílias que escolhem não vacinar seus filhos reportam abertamente que usam, como fonte de informação, as redes sociais!

Vale a pena lembrar, pois, como era o mundo antes das vacinas. Para as mães que alegam que seus filhos são “saudáveis” e, portanto, não precisam de vacinas, cabe o questionamento de se as crianças do passado por acaso eram menos saudáveis do que as nossas, já que adoeciam – e morriam – das mais diversas doenças infecciosas. E casos isolados reportando que seus filhos nunca tomaram vacinas e nem por isso adoeceram mostram um total desconhecimento do conceito de imunidade de rebanho, ou seja, se todas as outras crianças estão vacinadas, a doença não circula, e uma ou outra que não receber a vacina estará protegida. Adivinha o que acontece quando a imunidade de rebanho diminui? A doença volta a circular e ocorrem surtos, nos quais pessoas não vacinadas estarão suscetíveis.

Antes de a vacina de Jonas Salk para poliomielite ser testada em 1952, aproximadamente 20 mil casos eram reportados por ano, só nos EUA. No ano de 1952, particularmente, os casos chegaram em 58 mil. Hoje, depois das vacinas Salk e Sabin, a pólio foi praticamente erradicada nas Américas e Europa, sendo que os poucos casos restantes advêm de regiões sem acesso às mesmas, na Ásia e na África.

Crianças acometidas pela pólio, mesmo quando sobreviviam, ficavam paráliticas, com retardo mental, ou, na melhor das hipóteses, passavam meses em respiradores artificiais, os “pulmões de aço”.

Nos EUA, antes da vacina contra sarampo, havia aproximadamente de três a quatro milhões de casos por ano, e uma média de 450 mortes por ano, registradas entre 1953 e 1963. Após a introdução da vacina, nenhum caso foi reportado até 2004 – quando a vacinação começou a ser questionada. Meningite era uma doença que matava em média 600 crianças por ano, e deixava sobreviventes com sequelas como surdez e retardo mental. Antes da vacina de coqueluche, quase todas as crianças contraíam a doença, com aproximadamente 150 a 260



mil casos reportados anualmente, com nove mil mortes. Desde 1990, apenas 50 casos ao todo foram reportados.

Rubéola é uma doença relativamente banal em adultos, mas pode acometer gravemente crianças ao nascer, se a mãe for contaminada durante a gestação. O resultado pode incluir defeitos cardíacos, problemas de visão, surdez e retardo mental. Em 1964, antes da imunização, 20 mil bebês nasciam de mães infectadas. Desses, 11 mil eram surdos, quatro mil cegos e 1.800 apresentavam retardo mental.

Além desses exemplos, podemos citar doenças como tuberculose, catapora, caxumba, hepatite B e difteria, que foram controladas com vacinas eficazes, mas que acometeram e mataram milhares de pessoas no passado.

Recentemente, o jornal *O Estado de S. Paulo* publicou uma reportagem muito preocupante mostrando o avanço do movimento antivacinação no Brasil. O mais surpreendente da reportagem é o fato de que famílias que escolhem não vacinar seus filhos reportam abertamente que usam, como fonte de informação, as redes sociais!

As vacinas nos protegem contra doenças terríveis, capazes de causar sofrimento, sequelas e morte. Este fato não pode ser refutado. Há 60 anos as vacinas têm se mostrado eficazes e seguras. Aqui estão alguns argumentos normalmente encontrados na internet:

6. Sarampo e coqueluche não são doenças sérias. Mesmo no surto da Califórnia de 2013, nenhuma criança morreu. Em geral, realmente sarampo não é uma doença séria. Em alguns casos, no entanto, pode gerar sequelas e até matar. Além disso, é uma doença debilitante que causa bastante dor e sofrimento. No surto de 2004, na Inglaterra, houve morte. Coqueluche não costuma ser grave em adultos, mas costuma ser fatal em crianças pequenas e bebês.
7. Cada pai e mãe tem o direito de escolher se seus filhos serão vacinados ou não. Que diferença isso faz para os demais? Quem quiser que vacine os seus! Não é bem assim. Algumas vacinas só imunizam a partir da terceira ou quarta dose, quando a criança está com 5 ou 6 anos. Ter uma população vacinada protege os bebês e crianças pequenas porque impede a disseminação da doença. Protege também pessoas imunocomprometidas que não podem ser vacinadas. É o que chamamos de imunidade de rebanho, como já mencionado. Se você escolhe não vacinar seu filho e, aos 6 anos, ele contrai uma doença, e por sua vez contamina o meu bebê de 6 meses que ainda não foi vacinado porque não tem idade, a sua escolha pessoal está afetando a minha família. E meu bebê pode morrer porque você não vacinou seus filhos e permitiu que eles tivessem contato com a minha família. Eu não compartilho da sua escolha, mas sou afetada por ela. Portanto, se você optar por não vacinar seu filho, não reclame depois se ele não for aceito em alguma escola que exija calendário da vacinação completo, ou se sofrer algum processo judicial. Além disso, tenha consciência de que a sua escolha pessoal, baseada em boatos e estudos sem comprovação científica, está colocando a vida de outras pessoas em risco.
8. Antes de 1940 não existia autismo. Depois das vacinas, os casos de autismo começaram a aparecer. Antes de 1940 também não existia televisão, DDT, poluentes, gordura trans, muitos dos pesticidas utilizados hoje, alimentos processados, conservantes, adoçantes artificiais, computador e celulares, *rock and roll*, feminismo, etc. NÃO estou absolutamente sugerindo que qualquer um desses possa “causar” autismo. Mas nem toda coincidência de fatos indica relação de causa e efeito. Além disso, o critério para diagnóstico de autismo foi alterado para incluir uma gama de novos transtornos, e o próprio diagnóstico melhorou muito desde 1940, contribuindo para o aumento das estatísticas.
9. O mercúrio nas vacinas é neurotóxico. Não existem evidências de que o mercúrio presente nas formulações vacinais cause autismo ou qualquer outra doença neurológica. Além

disso, não se usa mais mercúrio desde 2001. Se houvesse uma relação direta, os números de autismo teriam automaticamente sido reduzidos desde então.

10. O atual calendário vacinal tem um número muito elevado de antígenos e pode comprometer o sistema imune “natural” das crianças, por sobrecarga. As crianças são expostas a milhares de antígenos o tempo todo, desde o nascimento. As vacinas contribuem com aproximadamente 300 antígenos até dois anos de idade, de acordo com dados do CDC. Esses antígenos usariam 0,1% do sistema imune. Além disso, as vacinas mais modernas são feitas com subunidades, ou seja, contêm apenas “pedaços” de vírus ou bactérias, utilizando ainda menos antígenos do que se a criança fosse infectada normalmente. Portanto, novamente, se houvesse uma relação direta com o número de antígenos e os casos de autismo, esses teriam automaticamente sido reduzidos com as novas formulações vacinais. E isso não aconteceu.

Tenho a impressão de que as famílias que optam por não vacinar seus filhos não têm a menor noção do incrível potencial de morte e sofrimento que as doenças infecciosas possuem, e que causaram no passado. As pessoas esqueceram como era viver sem vacinas. Espero que possamos lembrá-las: uma criança em cada cinco morria. O mundo antes das vacinas não me parece um local muito alentador. Eu não gostaria de voltar para lá.

IDADE	VACINAS	DOSES	DOENÇAS EVITADAS
Ao nascer	BCG – ID	Dose única	Formas graves de tuberculose
	Vacina hepatite B	Dose	Hepatite B
2 meses	Vacina pentavalente (DTP + HB + Hib)	1ª dose	Difteria, tétano, coqueluche, hepatite B, meningite e outras infeções causadas pelo <i>Haemophilus influenzae</i> tipo b.
	VIP (vacina inativada poliomielite)		Poliomielite (paralisia infantil)
	VORH (Vacina Oral de Rotavírus Humano)		Diarreia por Rotavírus
	Vacina pneumocócica 10 (valente)		Doenças invasivas e otite média aguda causadas por <i>Streptococcus pneumoniae</i> sorotipos 1, 4, 5, 6B, 7F, 9V, 14, 18C, 19F e 23F.
3 meses	Vacina meningocócica C (conjugada)	1ª dose	Doenças invasivas causadas por <i>Neisseria meningitidis</i> do sorogrupo C.
4 meses	Vacina pentavalente (DTP + HB + Hib)	2ª dose	Difteria, tétano, coqueluche, hepatite B, meningite e outras infeções causadas pelo <i>Haemophilus influenzae</i> tipo b
	VIP (vacina inativada poliomielite)		Poliomielite (paralisia infantil)
	VORH (Vacina Oral de Rotavírus Humano)		Diarreia por Rotavírus
	Vacina pneumocócica 10 valente		Doenças invasivas e otite média aguda causadas por <i>Streptococcus pneumoniae</i> sorotipos 1, 4, 5, 6B, 7F, 9V, 14, 18C, 19F e 23F.
5 meses	Vacina meningocócica C (conjugada)	2ª dose	Doenças invasivas causadas por <i>Neisseria meningitidis</i> do sorogrupo C.
6 meses	Vacina pentavalente (DTP + HB + Hib)	3ª dose	Difteria, tétano, coqueluche, hepatite B, meningite e outras infeções causadas pelo <i>Haemophilus influenzae</i> tipo b
	VIP (vacina inativada poliomielite)		Poliomielite (paralisia infantil)
9 meses	Vacina febre amarela (viajantes para área com recomendação de vacinação)	Dose inicial	Febre amarela
12 meses	SRC (tríplice viral)	1ª dose	Sarampo, caxumba e rubéola.
	Vacina pneumocócica 10 valente	Reforço	Contra doenças invasivas e otite média aguda causadas por <i>Streptococcus pneumoniae</i> sorotipos 1, 4, 5, 6B, 7F, 9V, 14, 18C, 19F e 23F.
	Vacina meningocócica C (conjugada)	Reforço	Doenças invasivas causadas por <i>Neisseria meningitidis</i> do sorogrupo C.
15 meses	VOP (vacina oral poliomielite)	1º reforço	Poliomielite (paralisia infantil)
	Vacina hepatite A	Dose única	Hepatite A
	DTP (tríplice bacteriana).	1º reforço	Difteria, tétano e coqueluche
	SCRV (tetra viral)	Dose única	Sarampo, caxumba, rubéola e varicela.
4 anos	DTP (tríplice bacteriana).	2º reforço	Difteria, tétano e coqueluche
	VOP (vacina oral poliomielite)	2º reforço	Poliomielite (paralisia infantil)

	Vacina Febre amarela (viajantes para área com recomendação de vacinação)	reforço	Febre amarela
9 anos (meninas)	HPV quadrivalente	2 doses	Infecções pelo Papilomavírus Humano 6, 11, 16 e 18.

### Calendário de Vacinação do Adolescente

IDADE	VACINAS	DOSES	DOENÇAS EVITADAS
11 a 19 anos	Hepatite B – a depender da situação vacinal	3 doses	Hepatite B
	Dupla adulto (dT) – a depender da situação vacinal	3 doses ou reforço	Difteria e tétano
	Tríplice viral (SCR) – a depender da situação vacinal	2 doses	Sarampo, caxumba e rubéola
	Febre amarela (viajantes para área com recomendação de vacinação)	Dose inicial ou reforço	Febre amarela
12 e 13 anos (meninos)	HPV quadrivalente	2 doses	Infecções pelo Papilomavírus Humano 6, 11, 16 e 18.
12 e 13 anos (meninos e meninas)	Vacina meningocócica C (conjugada)	Reforço ou Dose única	Doenças invasivas causadas por <i>Neisseria meningitidis</i> do sorogrupo C.

### Calendário de Vacinação do Adulto

IDADE	VACINAS	DOSES	DOENÇAS EVITADAS
20 a 59 anos	Hepatite B – a depender da situação vacinal	3 doses	Hepatite B
	Dupla adulto (dT) – a depender da situação vacinal	3 doses ou reforço	Difteria e tétano
	Tríplice viral (SCR) – a depender da situação vacinal	1 dose	Sarampo, caxumba e rubéola
	Febre amarela (viajantes para área com recomendação de vacinação)	Dose inicial ou reforço	Febre amarela

### Calendário de Vacinação da Gestante

	VACINAS	DOSES	DOENÇAS EVITADAS
Gestantes	Hepatite B – a depender da situação vacinal	3 doses	Hepatite B
	Dupla adulto (dT) e/ou dTpa tipo adulto – a depender da	Doses ou reforço	dT: difteria e tétano dTpa: difteria, tétano e coqueluche

	situação vacinal		
--	------------------	--	--

### Calendário de Vacinação do Idoso

	VACINAS	DOSES	DOENÇAS EVITADAS
60 anos e mais	Hepatite B – a depender da situação vacinal	3 doses	Hepatite B
	Dupla adulto (dT) – a depender da situação vacinal	Doses ou reforço	dT: difteria e tétano
	Febre amarela (viajantes para área com recomendação de vacinação)	Dose inicial ou reforço	Febre amarela

Fonte: CGPNI-MS/SESA-ES.  
Atualizado em 22 de dezembro de 2016.

## EM SALA DE AULA

### Aula 1

- Apresente aos alunos a seguinte situação problema:

Em 1922, duas crianças de uma mesma família morreram no mesmo dia. Anna Ivone Miller, com dois anos e meio, e Stanley Lee Miller, que tinha acabado de fazer um ano, foram vítimas de caxumba, sarampo e coqueluche, simultaneamente. As outras crianças da família, um total de cinco, também adoeceram, mas sobreviveram.

- Instigue os alunos a pensarem no problema e proporem uma hipótese para desvendar o motivo das mortes.
- Em seguida, organize os alunos em equipes e distribua as cópias do artigo “Por que as vacinas são tão importantes”

### Aula 2

Após a leitura debata as principais questões do artigo enfatizando a importância da fundamentação científica e veracidade de fatos quando propagamos informações pois as consequências de uma notícia falsa podem ser graves, comprometendo o bem estar de toda a sociedade. Aproveite a oportunidade para que os alunos proponham mudanças de hábitos nas redes sociais para combater a propagação de falsas notícias.

### Aula 3

Para dimensionar a gravidade da situação acesse o site do Ministério da Saúde (disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/fakenews>) na página destinada ao combate às *fake news*. Analisem e discutam o que é fato ou *fake* na área da saúde.

#### Aula 4

- Apresente o Calendário Nacional de Vacinação aos alunos. Questione-os sobre a carteirinha individual de vacinação, se eles têm acesso, se estão com as vacinas em dia.
- Ainda, como processo de sensibilização, passe o vídeo produzido pelo Ministério da Saúde sobre o combate às *Fake News* relacionadas à vacinas, disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=SDX1R\\_uR5C4](https://www.youtube.com/watch?v=SDX1R_uR5C4)

#### Aula 5

Como forma de sistematizar o conhecimento trabalhe os conceitos de soro e vacina: o que são, suas formas de atuação no sistema imunológico e tire as principais dúvidas dos alunos.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde sem *Fake News*, Brasília, 2006. Acesso em: 07/01/2019 <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 04 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Apresenta conteúdo específico de combate a Fake News. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/fakenews> Acesso em: 05 jan. 2019.

TASCHNER, Natalia Pasternak. **Por que as vacinas são tão importantes**. Jornal da USP, São Paulo, 5 de junho de 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/por-que-as-vacinas-sao-tao-importantes/> . Acesso em 04 jan. 2019.

## ANEXO A: comprovante de submissão de artigo

UA-93357063-1

## INTERFACES DA EDUCAÇÃO

CAPA	SOBRE	PÁGINA DO USUÁRIO	CATEGORIAS	PESQUISA
ATUAL	ANTERIORES	NOTÍCIAS	NORMAS	

[Capa](#) > [Usuário](#) > [Autor](#) > **Submissões Ativas**

## SUBMISSÕES ATIVAS

ATIVO	ARQUIVO					
ID	MM-DD ENVIADO	SEÇÃO	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO	
5225	07-06	ART	Carvalho, Apolônio	DESENVOLVENDO O PENSAMENTO CIENTÍFICO NO ENSINO MÉDIO	Aguardando designação	

**INICIAR NOVA SUBMISSÃO**  
CLIQUE AQUI para iniciar os cinco passos do processo de submissão.

## APONTAMENTOS

TODOS	NOVO	PUBLICADO	IGNORADO			
DATA DE INCLUSÃO	HITS	URL	ARTIGO	TÍTULO	SITUAÇÃO	AÇÃO
<i>Não há apontamentos.</i>						

INDEXADORES: SUMARIOS.ORG LATINDEX SEER/IBICT REDIB  
DIADORIM GOOGLE ACADÊMICO DOAJ IRESIE ELECTRONIC JOURNALS LIBRARY  
LIVRE ACESSO ERIH PLUS



Os trabalhos na Revista Interfaces da Educação está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

---

OPEN JOURNAL SYSTEMS

Ajuda do sistema

USUÁRIO

Logado como: **carolinaapolonio**

Meus periódicos

Perfil

Sair do sistema

NOTIFICAÇÕES

Visualizar

Gerenciar

AUTOR

Submissões

Ativo (1)

Arquivo (0)

Nova submissão

IDIOMA

Selecione o idioma

Português (Brasil) ▼

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos ▼

Procurar

Por Edição

Por Autor

Por título

Outras revistas

Categorias

TAMANHO DE FONTE

INFORMAÇÕES

Para leitores

Para Autores

Para Bibliotecários