

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

BRUNA JEJESKY DAZZI

**Promovendo a Alfabetização Científica, a Interdisciplinaridade e o
Protagonismo Estudantil no Ensino Médio por meio da Bioquímica em um
Livro Interativo Digital.**

SÃO MATEUS

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

BRUNA JEJESKY DAZZI

**Promovendo a Alfabetização Científica, a Interdisciplinaridade e o
Protagonismo Estudantil no Ensino Médio por meio da Bioquímica em um
Livro Interativo Digital.**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia

Orientação: Profa. Dra. Paola Rocha Gonçalves
Coorientação: Profa. Dra. Karina Carvalho Mancini

SÃO MATEUS

2024

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

J43p JEJESKY DAZZI, BRUNA, 1990-
Promovendo a Alfabetização Científica, a Interdisciplinaridade e o Protagonismo Estudantil no Ensino Médio por meio da Bioquímica em um Livro Interativo Digital. / BRUNA JEJESKY DAZZI. - 2024.
53 f. : il.

Orientadora: Paola Rocha Gonçalves.

Coorientadora: Karina Carvalho Mancini.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Ensino de Bioquímica. 2. Experimentação. 3. Ensino Investigativo. 4. Disciplina Eletiva. I. Rocha Gonçalves, Paola. II. Carvalho Mancini, Karina. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 57

BRUNA JEJESKY DAZZI

Promovendo a Alfabetização Científica, a Interdisciplinaridade e o Protagonismo Estudantil no Ensino Médio por meio da Bioquímica em um Livro Interativo Digital.

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 27 de março de 2024

COMISSÃO EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

PAOLA ROCHA GONCALVES

Data: 01/04/2024 12:32:58-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Paola Rocha Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Documento assinado digitalmente

MARCO ANTONIO ANDRADE DE SOUZA

Data: 01/04/2024 15:35:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marco Antônio Andrade Souza
Universidade Federal do Espírito Santo



Documento assinado digitalmente

RAFAEL PINTO VIEIRA

Data: 01/04/2024 13:38:32-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Pinto Vieira
Universidade Federal de Minas Gerais

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Mestrando: Bruna Jejesky Dazzi

Título do TCM: **Promovendo a Alfabetização Científica, a Interdisciplinaridade e o Protagonismo Estudantil no Ensino Médio por meio da Bioquímica em um Livro Interativo Digital.**

Data da defesa: 27 de março de 2024

Filha do meio, com uma irmã mais velha e um irmão caçula, nasci em Governador Lindenberg, zona rural. Fui a primeira da família a fazer um curso superior, saindo de casa aos 17 anos para iniciar a Graduação em Ciências Biológicas e conquistar a tão sonhada independência!

Desde pequena, brincar de escolinha era uma das minhas preferências na hora da diversão. Além disso, logo cedo me tornei catequista na igreja e já observava uma vontade de passar conhecimento a outras pessoas.

Na escola, a Biologia sempre me encantou por ser uma disciplina que realmente fazia sentido estudar para a vida. Sabe quando você está assistindo a uma aula e se pega pensando: "Meu Deus, para que estou estudando essa matéria? Nunca vou precisar disso na vida, que perda de tempo..."? Pois bem, isso dificilmente acontecia na Biologia. Tudo acabava sendo usado para explicar algo que já aconteceu, orientar sobre algo que ainda iria acontecer ou ainda prevenir para que não acontecesse. Enfim, aprender Biologia impacta diretamente na nossa saúde, no meio que nos cerca e, assim, na nossa qualidade de vida!

Somado a esse amor pela Biologia, sempre tive muito respeito e admiração pelos meus professores, os grandes incentivadores e responsáveis por segurar minha mão e mostrar o caminho no início, já que minha família não tinha acesso a esse tipo de informação. São professores como os que eu tive que salvam muitas crianças e jovens deles mesmos, de suas próprias famílias com histórias tristes e caóticas, professores que trabalham levando informação, conhecimento e inspirando jovens a se tornarem pessoas melhores, com esperança de futuro.

Assim, em 2010, me formei professora de Biologia pela Faculdade Pitágoras de Linhares - ES, com todo o entusiasmo de bióloga e professora somados em mim, sonhando em fazer a diferença na vida dos meus alunos.

Concomitantemente ao curso de Biologia, me formei no curso técnico em Química, que foi muito importante para os anos seguintes, quando voltei para minha cidade natal e tive o privilégio de trabalhar e me efetivar na escola que estudei: EEEFM Irineu Morello. Na ausência de um professor formado em Química, além de ministrar as aulas de Biologia, também tive a oportunidade de trabalhar com os conteúdos de Química. Percebendo as dificuldades durante as aulas pela falta de conhecimentos específicos da área, embarquei em minha segunda graduação, dessa vez Licenciatura em Química, pelo IFES de Aracruz - ES.

Nessa época, me removi para Linhares e comecei a trabalhar na EEEFM Nossa Senhora da Conceição, hoje municipalizada. Lá fiquei de 2015 até 2023, atuando como professora de Ciências e de Biologia no ensino regular e na Educação de Jovens e Adultos, Professora Coordenadora de Área e coordenadora de turno. Nesse meio tempo, trabalhei em outras escolas do estado e prefeitura, chegando a trabalhar 69 horas semanais. Passei no concurso da prefeitura de Linhares e assumi minha segunda cadeira efetiva. Ao longo dessa trajetória, tive o prazer de ver muitos dos meus alunos de ensino fundamental e médio chegando ao ensino superior e hoje já atuando na área de formação. Confesso que fico com o coração quentinho quando contam com orgulho sobre suas conquistas.

Em 2022, entrei para o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, da Universidade Federal do Espírito Santo. Foi desafiador conciliar a carga horária de trabalho da escola com o Mestrado, as atividades pré-encontro e pós-encontro, as AASAs, as terríveis provas de qualificação, o desenvolvimento do produto educacional e a escrita do TCM. Tenho a certeza de que tudo valeu a pena considerando todo o conhecimento adquirido com os maravilhosos professores, orientadora e coorientadora da UFES, a troca de experiências com colegas de classe e amizades feitas que são para a vida. Além disso, muitos materiais foram produzidos nas AASAs, cada uma com um orientador diferente e algumas vezes com a parceria de colegas, proporcionando uma troca de conhecimentos significativa, com experiências inovadoras para nossa prática como professores.

Ao longo do mestrado, tive oportunidade de participar de alguns eventos enriquecedores para a vida acadêmica. Entre eles, a Mostra Nacional de Educação em Ciências da Vida e da Natureza, onde tive o trabalho selecionado para ganhar bolsa de ICJr que foi concedida a uma aluna da 2ª série do ensino médio. O trabalho foi realizado em uma disciplina eletiva chamada "Alfabetização Científica", oferecida para alunos do ensino médio. Frente aos resultados positivos, foi selecionado para ser apresentado na forma de palestra no

VI Encontro Nacional do PROFBIO 2023. Além disso, enviei resumo sobre o Livro Interativo Digital que foi apresentado em formato de banner no Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia - JALEQUIM LEVEL 5, em 04 de novembro de 2023. O trabalho também foi selecionado entre os dez finalistas do V Prêmio Educação em Ciências (PEduC2023) da Sociedades de Biologia Experimental (FeSBE), com o apoio do Instituto Questão de Ciência.

Com tudo isso, hoje sou outra professora, com uma metodologia de trabalho bem diferente. Existe a professora Bruna de antes do Mestrado e a professora Bruna depois do Mestrado. E aqui continuo minha caminhada pela educação, esperando contribuir grandemente com o futuro de muitas crianças e adolescentes.

Bruna Jejesky Dazzi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que conhece o meu coração e sempre me abençoou permitindo que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai Geraldo, grande incentivador que sonhou esse sonho junto comigo e a minha mãe Maria Vani, mulher batalhadora e sábia que não mediu esforços. Aos meus irmãos Maiara e Camilo, eu sei que vocês tiveram que abrir mão de algumas coisas quando eu saí de casa para estudar, não era fácil né?! Mas vocês aguentaram a barra e nunca reclamaram.

E hoje sou especialmente grata ao meu marido Muryllo, por você acreditar que eu posso, quando eu mesma já estou duvidando, por me passar confiança, me acalmar e dizer que vai dar tudo certo, por entender os momentos de ausência e estar sempre presente.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Paola Rocha Gonçalves e coorientadora Profa. Dra. Karina Carvalho Mancini, por fazerem mais do que propõe uma orientação, por estarem sempre disponíveis, me incentivando e por serem tão inspiradoras. Vocês fazem a diferença na educação! Aos professores do PROFBIO – UFES São Mateus, por tanto conhecimento compartilhado e tanta paciência também, em especial aos que nos orientaram nas AASAs!

À professora Bárbara Gava que desenvolveu a disciplina eletiva na EEEFM Nossa Senhora da Conceição, sou grande admiradora do seu trabalho. À Kaylane Juvencio Ribeiro, aluna da 2ª série do ensino médio, bolsista de ICJr que fez parte da equipe multidisciplinar no desenvolvimento da disciplina eletiva.

À Kamily Kretli Roque, aluna de farmácia da UFES – São Mateus, que padronizou os roteiros investigativos experimentais. À Prof. Maiara Aurelino Inocêncio, professora de língua portuguesa, graduada em Letras e mestranda do programa de pós-graduação em Ensino na Educação Básica da UFES - São Mateus, pela correção ortográfica do Livro Interativo digital.

Aos colegas do PROFBIO, por ninguém soltar a mão de ninguém, por cada “palavra do dia”, por tanta parceria, vou sentir falta de vocês, em especial minha amiga Larissa Raizer, você foi um presente do PROFBIO.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro, Código do Financiamento 001, para a realização deste trabalho.

Obrigada a todos!

Educar não é ensinar as respostas. Educar é ensinar a pensar.

Rubem Alves

RESUMO

A Bioquímica é uma ciência interdisciplinar que concentra, ao menos, duas grandes áreas do conhecimento científico: a Biologia e a Química. No ensino médio, o ensino de Bioquímica é desafiador tanto para professores quanto para alunos, requerendo a utilização de abordagens metodológicas diferentes que incluam, por exemplo, experiências interdisciplinares com estímulo à elaboração e aplicação de estratégias investigativas, contribuindo para facilitar o processo ensino-aprendizado dos estudantes. Neste sentido, buscando oferecer aos docentes um material que contemple esses objetivos, o presente Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresenta um Livro Interativo Digital (LID), "**A menina cientista em: a célula e as biomoléculas – um livro digital para o ensino de bioquímica por investigação**": um instrumento destinado ao ensino de Bioquímica por investigação que conta a história da menina Ana que recolhe misteriosas partículas em seu quintal, geradas por uma explosão, e realiza a sua identificação com ajuda de sua professora. Ao longo de quinze capítulos são desenvolvidas quatorze experimentações apresentadas em roteiros investigativos experimentais que trabalham os conteúdos de Bioquímica de forma interativa e interdisciplinar. O material foi elaborado para ser utilizado por professores de Biologia e de Química com alunos de ensino médio e pode ser facilmente adaptado para que professores de ciências o utilizem no ensino fundamental. A ferramenta tem a potencialidade de desenvolver um ensino interdisciplinar pela Bioquímica, baseado na proposição de hipóteses e utilização de Roteiros Investigativos Experimentais. Além disso, o TCM apresenta aos professores um modelo de uma disciplina eletiva intitulada "Alfabetização Científica" colocada em um **Guia de Instruções** como um Suplemento do LID, com sugestão do uso dos roteiros de forma sequenciada e estruturada. Ainda, o produto faz uma homenagem a mulheres cientistas pioneiras no Brasil por meio das personagens que fazem referência a seus sobrenomes, reforçando sobre a importante presença feminina na ciência. Finalmente, o recurso didático deste TCM visa a construção e compreensão do pensamento científico pelo desenvolvimento da alfabetização científica, interagindo a Química e a Biologia por meio da Bioquímica, colocando estudantes de diferentes níveis como protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-Chave: Ensino de Bioquímica, Experimentação, Ensino Investigativo, Disciplina Eletiva.

ABSTRACT

Biochemistry is an interdisciplinary science that combines at least two major areas of scientific knowledge: Biology and Chemistry. Teaching Biochemistry in high school is challenging for both teachers and students, requiring the use of different methodological approaches. This includes, for example, interdisciplinary experiments with the encouragement of investigative strategies, contributing to facilitate the teaching-learning process of students. In this sense, this Master's Thesis (TCM) presents a Digital Interactive Book (DIB), "The scientist girl in: the cell and the biomolecules - a digital book for the teaching of biochemistry by investigation". It tells the story of a girl named Ana who collects mysterious particles in her backyard, generated by an explosion, and identifies them with the help of her teacher. Fourteen experiments are developed over fifteen chapters, presented in experimental investigative scripts that work with Biochemistry content in an interactive and interdisciplinary way. The material was designed to be used by Biology and Chemistry teachers with high school students and can be easily adapted for science teachers to use in elementary school. The tool has the potential to develop interdisciplinary teaching through Biochemistry, based on the proposition of hypotheses and the use of Experimental Investigative Scripts. In addition, the TCM presents to teachers a model of an elective discipline entitled "Scientific Literacy" placed in an Instruction Guide as a Supplement to the DIB, with a suggestion of using the scripts in a sequential and structured way. Also, the product pays tribute to pioneering women scientists in Brazil through the characters that refer to their surnames, reinforcing the important female presence in science. Finally, the didactic resource of this TCM aims at the construction and understanding of scientific thinking by developing scientific literacy, interacting Chemistry and Biology through Biochemistry, placing students of different levels as protagonists in the teaching-learning process.

Keywords: Biochemistry Teaching, Experimentation, Investigative Teaching, Elective Course.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras		Pág.
1	Qr-Code para acesso do Livro Interativo Digital	20
2	Capa e contracapa do livro Interativo Digital	21
3	Hiperlinks que levam o leitor a navegar pelo e-book	22
4	Lista de Roteiros Investigativos Experimentais	23
5	Imagem da página do LID contendo “Orientações com Regras de Segurança de Laboratório”.	25
6	Homenagem às cientistas brasileiras por meio das personagens	26
7	Caixas que contém pergunta-problema e hipótese	27
8	Roteiros Investigativos Experimentais	30
9	Relatório de aula prática	33
10	Questionário pós experimento, versão do professor e versão do aluno	34
11	Ementa da disciplina eletiva “Alfabetização Científica”	37
12	Três turmas são contempladas com a disciplina ao longo de um ano	40
13	Procedimentos realizados no roteiro investigativo experimental número 12 (página 146) após inversão das etapas	41

LISTA DE QUADROS

Quadros		Pág.
1	Níveis de graus de liberdade em atividades experimentais com abordagem investigativa.	28
2	Experimentações e objetivos encontrados no recurso educacional.	31
3	Conteúdos parciais de Ciências da Natureza –Biologia - 2ª Série do Ensino Médio.	32
4	Temas integradores e interdisciplinares que ligam a Biologia e a Química, no Ensino Médio.	33
5	Características do Design-Based Research segundo Christensen e West (2018), observadas no desenvolvimento do trabalho.	42

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AASAs	Atividade de Aplicação em Sala de Aula
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Competências Específicas
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CEUNES	Centro Universitário Norte do Espírito Santo
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
DBR	<i>Design-Based Research</i>
EEEFM	Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ICJr	Iniciação Científica Júnior
IFES	Instituto Federal do Espírito Santo
LDB	Lei de diretrizes e bases da educação nacional
LID	Livro Interativo Digital
PROFBIO	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCM	Trabalho de Conclusão de Mestrado
TI	Temas Integradores e Interdisciplinaridade
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	11
1.2. A BIOQUÍMICA NO AMBIENTE ESCOLAR COMO UMA ÁREA DA CIÊNCIA COM ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR.....	12
1.3. A IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA NO ENSINO INVESTIGATIVO.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVO GERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	17
3.2. ETAPAS DA PESQUISA.....	18
3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 APRESENTAÇÃO E POTENCIALIDADES DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	19
4.1.1 <i>Livro Interativo Digital</i>	19
4.1.2 <i>Disciplina eletiva “alfabetização científica”</i>	35
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A alfabetização científica é a incorporação dos saberes científicos pelos estudantes que induz ao desenvolvimento de um pensamento mais crítico em relação ao ambiente que o circunda, ampliando a formação cidadã do discente, tornando-o mais hábil para o estabelecimento de um discurso mais argumentativo e reflexivo (SANTOS, 2021).

Para Sasseron (2015), o despertar para a ciência proporciona o desenvolvimento da alfabetização científica, a qual fornece condições para que assuntos e circunstâncias envolvendo as ciências sejam examinados à luz dos conhecimentos científicos, manifestando-se como a habilidade desenvolvida para a análise e a avaliação de circunstâncias que possibilitem ou resultem na tomada de decisões.

Segundo Dantas (2016), ser alfabetizado cientificamente implica não só possuir o nível básico de sabedoria para avaliar os progressos da ciência e da tecnologia, mas também entender seus impactos na sociedade e no ambiente. Neste contexto, os estudos de Lemke (2006) relataram que a maioria dos adultos escolarizados termina os estudos sem estarem alfabetizados cientificamente. O autor ainda afirma que o ensino de ciências não deve objetivar apenas a formação de futuros cientistas, mas deve gerar condições para que todos os estudantes consigam tomar decisões pessoais e políticas inteligentes sobre questões médicas ou tecnológicas.

Na sociedade atual, o uso da *internet* e redes sociais possibilitam a rápida disseminação de informações, o que é uma alternativa para adquirir conhecimento, porém muitas dessas informações são errôneas, sem nenhuma comprovação científica (MATEUS, 2015; MORENO; HEIDELMANN, 2017). Diante deste contexto, o letramento científico se torna necessário na promoção e no desenvolvimento do senso crítico dos educandos, para que estes possam ter discernimento sobre questões importantes relacionadas à vida (SANTOS, 2021).

Chassot (2003, p.1) afirma que a alfabetização científica é considerada “uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”. Sendo assim, ao analisar essa questão considerando que ciência é uma linguagem, tem-se que “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), frente ao uso e divulgação do conhecimento científico e tecnológico, é muito importante que os alunos se apropriem de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Segundo o documento, “aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos,

nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão” (BRASIL, 2018, P. 551).

Os conhecimentos e as temáticas dentro das Ciências da Natureza estimulam o despertar científico nos estudantes, instigando-os a investigar, analisar e discutir situações problematizadoras em diferentes contextos, levando à compreensão e interpretação de leis, teorias e modelos que são utilizados ao longo de sua vida a fim de resolver problemas, sejam eles individuais, sociais ou ambientais (BRASIL, 2018).

O processo de alfabetização científica deve ser contínuo, com conhecimentos gerados a partir do surgimento de novas situações do cotidiano, evidenciando a relação entre a ciência, a sociedade e as diferentes áreas de conhecimento (SASSERON, 2015). O ensino de Biologia, Física e Química nas escolas se destaca pelo forte potencial na promoção da alfabetização científica, sendo ferramenta importante para preparar os estudantes na resolução de situações-problema cotidianas e na tomada de decisões mais conscientes (SANTOS, 2021).

Corroborando com isso, Vargas (2021) apresenta a alfabetização científica como crucial para que as pessoas possam compreender e abordar temas científicos, como é o caso da Bioquímica. Dentro desta abordagem, o ensino de Bioquímica, área da ciência dedicada ao estudo das moléculas e reações químicas presentes nos seres vivos, está intrinsecamente ligado ao processo de desenvolvimento do método científico (SILVA; SASSERON, 2021).

1.2 A BIOQUÍMICA NO AMBIENTE ESCOLAR COMO UMA ÁREA DA CIÊNCIA COM ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

Loguercio e colaboradores (2007) mostraram que na década de 90 houve um importante avanço em estudos que trouxeram para o cenário da educação um novo campo do saber: a Educação em Bioquímica. Para Gerra e colaboradores (2011) a Bioquímica é o campo de estudo que investiga a vida em um nível molecular, visando principalmente explicar a interação entre um conjunto de moléculas presentes nos organismos vivos. É a área que oferece os princípios organizacionais fundamentais que sustentam a vida em suas diversas manifestações, sendo esses princípios conhecidos como a lógica molecular da vida. (NELSON; COX, 2019).

Uma das áreas de estudo da bioquímica aborda a investigação da estrutura tridimensional de macromoléculas fundamentais na composição celular, como proteínas, carboidratos, lipídios e ácidos nucleicos (DE SOUZA E COLABORADORES, 2020). Alcântara e Moraes Filho (2015) acrescentam que os conceitos de bioquímica não são

diretamente observáveis a olho nu, exigindo uma capacidade significativa de imaginação para sua descrição e representação.

A Bioquímica concentra importantes áreas do conhecimento científico: a Física e, em especial, a Biologia e a Química que se completam para explicar fenômenos que ocorrem nos sistemas vivos, podendo por isto ser definida como a ciência da química da vida (Gomes; Rangel, 2006). Diante disto, a Bioquímica é configurada como uma área interdisciplinar, constituindo-se por “um nicho temático muito rico e promissor para abordagens interdisciplinares, contextualizadas social e experimentalmente” (Francisco Junior; Francisco, 2006, p.13).

Para Maia e Bizerra (2021), abordagens que estimulam a interação entre disciplinas diversas, alinhadas à vivência sociocultural dos alunos, têm o potencial de aumentar o envolvimento dos estudantes nas atividades escolares, os motivando a desenvolver autonomia, e facilitando uma aprendizagem mais eficaz. Neste sentido, é importante que o professor estabeleça uma conexão ou ponto de interesse comum entre os conteúdos de Biologia e Química, por exemplo, integrando efetivamente as duas disciplinas e facilitando o desenvolvimento de uma aprendizagem mais dinâmica e inter-relacionada, afastando-se do ensino fragmentado e mecânico (PEIXE ET. AL., 2017).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2013) sugerem a realização de um trabalho com os alunos das disciplinas de Biologia, Física e Química de uma forma mais unificada, em que consiga interagir pela abordagem interdisciplinar os conteúdos e assim facilitar a compreensão destes assuntos pelos estudantes. De acordo com as orientações de Brasil (2013, P. 19) “são diferentes as conotações destes conceitos nas distintas disciplinas, mas uma interpretação unificada em uma tradução interdisciplinar enriqueceria a compreensão de cada uma delas”. Dentro disto, a BNCC (BRASIL, 2018) considera importante promover a organização dos componentes curriculares de forma interdisciplinar, possibilitando à aplicação de estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem.

Estudos de Pedrancini e colaboradores (2007) mostraram que alunos do Ensino Médio apresentam muitas dificuldades em assimilar conceitos relacionados aos conteúdos de Biologia e Química, permanecendo essas dificuldades em Bioquímica. Para facilitar a correlação destas abordagens durante as explicações dos fenômenos biológicos, por exemplo, os conteúdos precisam ser trabalhados com os estudantes de forma interligada (MELO; ALVES, 2011). Ainda, o estudo da Bioquímica, interligando a Biologia e a Química, pode ser utilizado como

estratégia para aprimorar as habilidades e conhecimentos científicos individuais, contribuindo para a alfabetização científica como um todo (BOTELHO PAZ, 2019), podendo ser realizado por meio do ensino investigativo e de experimentações.

1.3 A IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA NO ENSINO INVESTIGATIVO.

De acordo com Hodson (1992), os alunos aprendem e desenvolvem melhor sobre ciência quando participam de investigações científicas, as quais podem ser resolvidas com práticas experimentais ou com lápis e papel. Sobre as investigações ou ensino por Investigação, Carvalho (2018) define como o processo de ensino dos conteúdos em que o docente estabelece conexões que possibilitam aos discentes oportunidade para pensar, expor seus argumentos e conhecimentos construídos, interpretar de forma crítica e escrever, demonstrando autenticidade e clareza nas ideias. Nessa estratégia de ensino, não é objetivo verificar somente a assimilação dos conteúdos abordados, mas também é identificar nos estudantes o domínio de leitura, escrita e habilidade de expressão oral sobre os assuntos, de forma crítica e argumentativa.

Neste contexto, Carvalho (2021) orienta que para uma atividade ser investigativa é preciso definir o problema abordado e prever o grau de liberdade intelectual que é concedido ao educando. Segundo a autora, apresentar um problema para que os estudantes possam solucioná-lo é o ponto crucial que distingue o ensino expositivo, do ensino que gera condições para raciocinar e construir seu próprio conhecimento. Com a estratégia, o professor delega ao estudante a responsabilidade do desenvolvimento do pensamento e sua ação deixa de ser a de realizar a exposição dos assuntos, passando a ser do orientador capaz de conduzir o aluno a reflexões que levam à formação do novo entendimento.

Desta forma, após a apresentação do problema, é necessário conceder liberdade intelectual aos estudantes, dando tempo para pensar, reformular a pergunta, permitir que cometa erros, refletir sobre o equívoco e posteriormente repetir para tentar acertar (Carvalho 2021). No ensino por investigação, o erro quando superado pelo estudante ensina mais do que a aula expositiva, onde o aluno segue o raciocínio do professor e não formula o seu próprio. Para a autora é importante que o aluno pare e pense, tome consciência do que fez, avançando da ação manipulativa para a intelectual.

Como estratégia para desenvolver uma abordagem investigativa, estudos de Carrasco (1991) relacionaram as aulas de laboratório com investigações experimentais, pela possibilidade de estimular a resolução de problemas. Com isto, o aluno deve ser mobilizado a

procurar estratégias e ferramentas para testar e chegar à solução de uma problemática previamente estabelecida, sendo que, na resolução de problemas, o teste de uma hipótese pode e deve ser feito experimentalmente (GIL *ET AL.*, 1999).

Ao percorrer o caminho para resolução do problema, o estudante formula hipóteses, prepara as experiências, realiza a coleta de dados e analisa os resultados. Essas etapas geram motivação, levando os estudantes à curiosidade, ao desejo de experimentar, estimula o surgimento de dúvidas, possibilitando o confronto de ideias para desencadear mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998). O desenvolvimento da experimentação é uma prática no ensino que se destaca quanto à mobilização e o envolvimento do aluno. Segundo Lima (2008), essa metodologia demonstra ser de grande importância para o desenvolvimento dos conteúdos e da aprendizagem.

As aulas práticas podem contribuir com o ensino de diferentes conteúdos, favorecendo a contextualização entre os assuntos teóricos e os temas abordados e analisados na experimentação. Dentro disso, o ensino por investigação com resolução de problemas por meio de experimentações, pode facilitar o trabalho do professor ao adotar este método de ensino para as aulas de Química e de Biologia, possibilitando pôr em prática os conteúdos, analisando as reações e experimentações sobre o objeto de estudo, conforme descrito por Coelho (2014).

O ensino por investigação, aliado à experimentação, pode ser uma estratégia eficaz para promover a alfabetização científica, pois envolve os alunos de maneira ativa na construção do conhecimento científico. Ao participarem de investigações científicas autênticas, os alunos desenvolvem habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisão, além de uma compreensão mais profunda dos processos e princípios científicos (SANTANA; ARAÚJO MOTA, 2022).

Por isso, é crucial aprofundar o conhecimento sobre o desenvolvimento de aulas práticas e seus benefícios no ensino e aprendizado do conteúdo da Bioquímica, bem como trabalhar de maneira interdisciplinar, principalmente entre as disciplinas de Biologia e Química. Coelho (2014) apresenta outro elemento extremamente importante para a construção do conhecimento pelos estudantes: a ludicidade presente em brincadeiras, jogos e experimentos, permitindo abrir espaços para o desenvolvimento de reflexões sobre a teoria já estudada.

Dentro desse contexto, constituem como principais estratégias a serem discutidas nesse trabalho de conclusão de Mestrado (TCM) o estímulo à formulação de hipóteses por meio de situações-problema e perguntas orientadoras, e a realização de experimentos laboratoriais

voltados ao ensino de Bioquímica para testar as suposições propostas e levar ao despertar científico nos estudantes.

Assim, este TCM apresenta a construção e as potencialidades um recurso educacional para aplicação no ensino médio: um **LID**, voltado ao desenvolvimento da alfabetização científica proporcionando ao aluno contato e familiarização com a linguagem científica, dentro de uma abordagem lúdica, investigativa e interdisciplinar entre conteúdos de Química e de Biologia, utilizando como ferramenta o ensino de Bioquímica com abordagem experimental. Ainda, no instrumento de ensino foi colocado um suplemento contendo um **Guia de Instruções** para o desenvolvimento de uma disciplina eletiva chamada "Alfabetização Científica" que fornecerá ao professor uma alternativa metodológica estruturada, possibilitando a apresentação do método científico pela utilização dos roteiros investigativos experimentais propostos no livro e estimulando o desenvolvimento do protagonismo estudantil, em estudantes de diferentes níveis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir um livro interativo digital, como recurso educacional, destinado ao desenvolvimento da alfabetização científica, da interdisciplinaridade e do ensino investigativo em Bioquímica no ensino médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma história que relacione experimentos em Bioquímica e a abordagem investigativa;
- Apresentar as potencialidades do LID como recurso educacional para a promoção da alfabetização científica, interdisciplinaridade e ensino investigativo;

- Oferecer um Guia de instruções como suplemento do livro digital para a execução de uma disciplina eletiva sobre Alfabetização Científica, direcionada a auxiliar professores do ensino médio no desenvolvimento do método científico nas escolas;
- Disponibilizar um recurso educacional que possibilite o despertar à ciência no ensino médio com aplicação da interdisciplinaridade e da experimentação em Bioquímica e do estímulo ao protagonismo estudantil.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com os objetivos a pesquisa se enquadra na metodologia do *Design-Based Research* (DBR) que visa desenvolver e aperfeiçoar práticas, produtos ou ambientes educacionais em situações reais. A proposta é seguir um processo iterativo de *design*, implementação, avaliação e revisão, com o intuito de gerar conhecimento prático e teórico sobre intervenções educacionais. Cada ciclo concluído permite um refinamento do planejamento, com base nos dados obtidos na pesquisa, visando minimizar erros, falhas ou resultados inconclusivos nos ciclos subsequentes (NICHOLSON, 2021).

Christensen e West (2018) apontam sete características gerais do *Design-Based Research*: 1) a evolução do design de pesquisa ao longo do tempo; 2) a contextualização em um ambiente definido, uma escola, classe ou turma; 3) a realização de processos iterativos de pesquisa, envolvendo aplicação, revisão e reaplicação do *design*; 4) a colaboração entre vários pesquisadores com papéis definidos; 5) a contribuição para o aperfeiçoamento das teorias educacionais; 6) a aplicabilidade prática, visando ao avanço do conhecimento educacional e do design de pesquisa; e 7) a produtividade, gerando resultados positivos que demonstrem a eficácia do design proposto.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

O recurso educacional deste TCM é um livro interativo digital (LID), construído com utilização do programa *Canva*, uma ferramenta gratuita de *design* gráfico. As imagens foram retiradas do próprio *Canva* (versão professor), como formas e elementos gráficos, e ainda foram geradas por Inteligência Artificial, também como recurso do *Canva*.

A equipe envolvida na produção do LID foi formada por:

Bruna Jejesky Dazzi – Mestranda PROFBIO responsável pela produção do conteúdo, fundamentação teórica e diagramação do livro interativo digital, com o suplemento contendo o Guia de Instruções para a disciplina eletiva.

Paola Rocha Gonçalves – Docente PROFBIO e orientadora da pesquisa, responsável por acompanhar o desenvolvimento do livro e suplemento, corrigir, fazer sugestões em especial sobre as experimentações e conteúdos bioquímicos abordados, e auxiliar na diagramação do recurso educacional;

Karina Carvalho Mancini – Docente PROFBIO e coorientadora da pesquisa, responsável por acompanhar o desenvolvimento do instrumento de ensino, corrigir, fazer sugestões sobre os conteúdos de Biologia Celular e colaborar com a diagramação do livro;

Maiara Aurelino Inocência, professora de Língua Portuguesa, responsável pela revisão ortográfica;

Maria Clara Valadares de Oliveira, aluna do ensino médio, responsável por criar a imagem da personagem Ana e da sua mãe; da professora Rosalinda Nader e da cientista Lisbela Zancan.

Kamily Kretli Roque, estudante de Iniciação Científica do curso de Farmácia da Universidade Federal do Espírito Santo, do campus São Mateus, responsável por padronizar os roteiros investigativos experimentais.

No fim do recurso didático é encontrado como suplemento um Guia contendo instruções para a implementação de uma disciplina eletiva para o desenvolvimento da alfabetização científica no ensino médio. Este Guia orienta a utilização dos Roteiros Investigativos Experimentais apresentados no LID, tendo como estratégia central a aplicação da Bioquímica experimental para a promoção do ensino integrado e investigativo entre a Biologia Celular e a Química Orgânica. Esse complemento nasceu da ideia de facilitar a aplicação do LID, possibilitando um aprofundamento dos conteúdos de Bioquímica e promovendo o ensino interdisciplinar na escola por meio de uma disciplina eletiva.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

De acordo com a RESOLUÇÃO Nº 510, DE 07 DE ABRIL DE 2016, parágrafo único, não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP pesquisas que objetivam o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito.

Como embasamento para a organização e elaboração do Guia de instruções para o desenvolvimento da disciplina eletiva de Alfabetização Científica foi utilizado relato da minha experiência docente. Considerando que a descrição da minha vivência foi feita somente sob o meu olhar profissional, sem quaisquer identificação ou exposição de alunos e de outros colegas de trabalho, foi entendido que o trabalho dispensa a avaliação do CEP/CONEP, se encaixando na resolução acima citada.

Diante disto, as considerações pontuadas pela experiência profissional da Mestranda foram utilizadas para construção deste TCM e do Guia com as instruções para desenvolvimento da disciplina eletiva como forma de compartilhar vivências, visando o aprofundamento em assuntos relacionados à prática docente para o desenvolvimento da alfabetização científica e experimentações laboratoriais no ensino médio, direcionados à reprodução por outros docentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 APRESENTAÇÃO E POTENCIALIDADES DO PRODUTO EDUCACIONAL

4.1.1 *Livro Interativo Digital (LID)*

O livro digital pode ser acessado pelo link:

https://www.canva.com/design/DAFcEGqJvHg/hytVNWvI9srx4wP6OpnD9g/view?utm_content=DAFcEGqJvHg&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink, ou pelo Qr-Code a seguir (**Figura 1**):



Figura 1: Qr-Code para acesso do Livro Interativo Digital

O LID: "**A menina cientista em: a célula e as biomoléculas – um livro digital para o ensino de bioquímica por investigação**" possui 186 páginas distribuídas ao longo de quinze capítulos. O livro conta a história de Ana que, após escutar uma explosão se depara com inúmeras partículas de um material desconhecido, de tamanhos e formas diferentes caindo do céu e se espalhando no chão do quintal e no lago próximo à sua casa. No decorrer da narrativa, a menina, uma adolescente estudante do ensino médio, conta com sua professora de Biologia e vai encontrando as biomoléculas presentes em fragmentos de células, o que estimula o surgimento de várias perguntas em sua mente criativa. É neste contexto que se inicia e desenvolve uma inusitada e divertida investigação, envolvendo o levantamento de hipóteses que são testadas com a identificação experimental do tipo celular encontrado pela adolescente e de suas biomoléculas, suas propriedades e as interações não covalentes presentes entre as moléculas biológicas encontradas e o meio aquoso.

Para solucionar os questionamentos, Ana é conduzida pela sua professora de ciências a responder a “Perguntas-problema” e testar as hipóteses levantadas, por meio do desenvolvimento de experimentos práticos e simples de Bioquímica. No instrumento de ensino, as experimentações estão organizadas em quatorze Roteiros Investigativos Experimentais, disponíveis no livro e acessados ao longo da história por meio de *hiperlinks*.

Dentro de uma estratégia investigativa, o leitor é levado à identificação e ao estudo das biomoléculas encontradas pela menina cientista, e no decorrer de todo o livro, o método científico é apresentado, visando ao desenvolvimento da alfabetização científica do estudante. A história é finalizada pelo capítulo 15: Um sonho sem fim! Ao encontrar as respostas para os problemas bioquímicos, Ana acorda, e percebe que toda a sua aventura se passou em um sonho, provavelmente por ter ficado longas horas estudando para a prova de Biologia daquela manhã.

Esses Roteiros Investigativos Experimentais têm como objetivo a identificação de diferentes biomoléculas contidas nas células, com interligações entre os conteúdos de Bioquímica. Toda a abordagem do recurso educacional utiliza os conteúdos Bioquímicos e as práticas experimentais, visando à promoção do ensino interdisciplinar entre as Funções Orgânicas e os Constituintes Bioquímicos das Células: proteínas, carboidratos, lipídios e ácidos nucleicos; interligando, também, as moléculas biológicas com a água.

Para confecção da imagem da menina Ana houve a participação da aluna da 1ª série do ensino médio Maria Clara Valadares de Oliveira, responsável por criar a imagem das personagens Ana (**Figura 2**), que se encontra na capa do livro (**Figura 2A**) e na contracapa (**Figura 2B**).

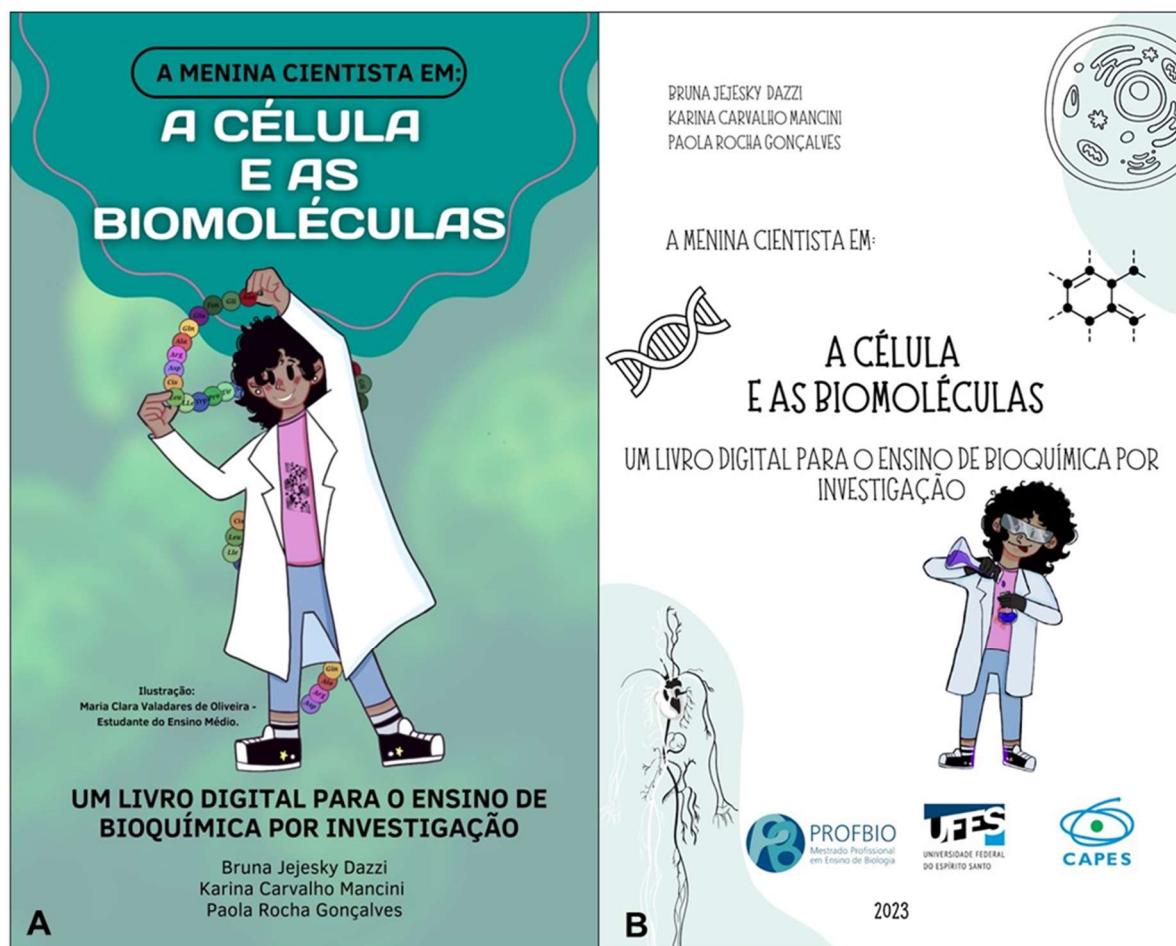


Figura 2. Capa e contracapa do livro.

O recurso educacional tem formato digital a fim de que os professores tenham acesso de forma rápida e fácil pelo aparelho celular, *chromebook* ou *notebook*. Para Procópio (2010), a evolução dos livros eletrônicos possibilita ampliar o acesso à leitura em uma escala ainda mais abrangente e de forma magnífica, estimulando a popularização do conhecimento e da

ciência. Chartier (1998, p. 134) afirma que “com o texto eletrônico, enfim, parece estar ao alcance de nossos olhos e de nossas mãos um sonho antigo da humanidade, que se poderia resumir em duas palavras, universalidade e interatividade.”

O uso de livros digitais didáticos pode tornar a educação mais prazerosa, devido à tecnologia que cativa os jovens e, também, por ser possível carregar muitos livros com menos peso e o estabelecimento de bibliotecas virtuais pode auxiliar na difusão e compartilhamento dos livros digitais entre alunos e professores (REIS, 2016).

De acordo com Chaves e Cavalcante (2020) os ambientes virtuais, como bibliotecas e museus, desempenham papel crucial na facilitação do acesso e interatividade para os usuários, ampliando o intercâmbio de informações e garantindo a preservação do patrimônio documental. A promoção de estratégias educativas nesses ambientes não só inova o campo pedagógico, mas também levam a sua multiplicação e enriquece a valorização do conhecimento (CHAVES; CAVALCANTE, 2020). Por esse motivo, o LID produzido “A Menina Cientista em: a célula e as biomoléculas” tem formato digital, a fim de alcançar o maior público possível e conectar os alunos com a história contada na narrativa.

Outro benefício de livros digitais, conforme os apontamentos de Reis (2016), é a funcionalidade de “busca” inerente ao recurso educacional que, em questão de instantes, viabiliza a busca por termos com rápida obtenção dos resultados, não havendo a necessidade de procurar por todo o livro. Essa funcionalidade permite que o professor faça busca por conteúdos específicos no livro, caso queira trabalhá-los de maneira isolada, bem como procurar pelo capítulo onde parou a leitura, facilitando a continuidade. O LID também apresenta vários *hiperlinks* (**Figura 3**), levando o leitor da história para o Roteiro Investigativo Experimental (**Figura 3A**) e depois conduzindo-o de volta para continuar a leitura (**Figura 3B**).

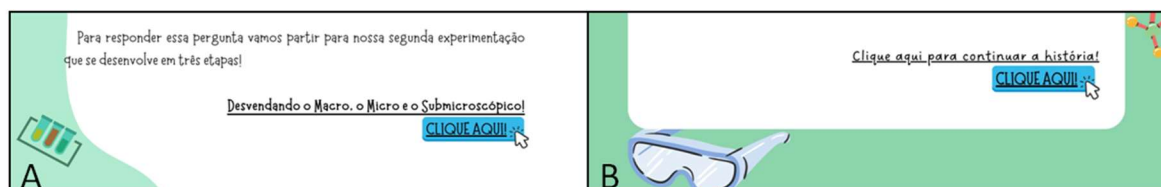


Figura 3: *Hiperlinks* que levam o leitor a navegar pelo livro.

Além do sumário, o LID possui uma lista de Roteiros Investigativos Experimentais (LID – p. 08) (**Figura 4**) informando o nome do experimento, os objetivos/conteúdos bioquímicos

que serão trabalhados em cada aula prática, sendo possível por meio dos *hiperlinks* a navegação pelo material, facilitando a busca do professor.

Pensando nos professores que apresentam desafios de conexão com a *internet* e tem necessidade fazer a utilização do material impresso, foi adicionada paginação dos experimentos para facilitar o uso da ferramenta educacional no formato físico ou em arquivo PDF, conforme pode ser observado na **Figura 4**.

LISTA DE ROTEIROS INVESTIGATIVOS EXPERIMENTAIS		
Clique no local indicado e vá direto à página		
EXPERIMENTAÇÃO	OBJETIVOS	PÁGINA
1 - ESTOURA OU NÃO ESTOURA? Clique aqui!	<ul style="list-style-type: none"> Trabalhar o conceito de calor específico; Compreender a importância dessa característica para a manutenção da vida. 	82
2 - DESVENDANDO O MACRO, O MICRO E O SUBMICROSCÓPICO Clique aqui!	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver noções sobre o macro, o micro e o submicroscópico; Conhecer as unidades de medida de tamanho utilizadas em citologia/microscopia. 	87
3 - EXPLOSÃO DE CORES SUBAQUÁTICAS Clique aqui!	<ul style="list-style-type: none"> Trabalhar os conceitos de polaridade, de solubilidade e de densidade; Compreender o que é uma molécula hidrofílica e hidrofóbica; Diferenciar mistura homogênea e heterogênea. 	93
4 - PRODUZINDO UM SABÃO E OBSERVANDO SUAS PROPRIEDADES Clique aqui!	<ul style="list-style-type: none"> Explicar as propriedades tensoativas dos sabões. 	99
5 - LEITE COLORIDO Clique aqui!	<ul style="list-style-type: none"> Evidenciar a importância do detergente como agente tensoativo. 	104
6 - MÁGICA DO ORÉGANO Clique aqui!	<ul style="list-style-type: none"> Apresentar uma propriedade da água chamada tensão superficial. 	110

Figura 4: Lista de Roteiros Investigativos Experimentais.

Antes da lista de Roteiros Investigativos Experimentais, o material traz a Apresentação, mostrando um pouco sobre desenvolvimento do LID, com orientações ao professor quanto ao seu uso, fazendo sugestões da utilização do material para professores de Biologia e Química no ensino médio, ciências no ensino fundamental, ou de criar uma disciplina eletiva quando o tempo/aula não for suficiente dentro das disciplinas afins.

Ainda na Apresentação foi colocada uma orientação aos docentes sobre a possibilidade do desenvolvimento das atividades propostas em grupos. Essa sugestão busca levar ao desenvolvimento do que é proposto no ensino por investigação por Carvalho (2021) que indica um melhor desenvolvimento quando os estudantes interagem em pequenos grupos antes de discutir em um grupo maior, sobre o problema lançado pelo professor que pratica o método de ensino por investigação. Isso faz com que os alunos se sintam mais confortáveis, pois estão todos no mesmo nível de aprendizado, facilitando a troca de ideias entre eles, em comparação com a interação somente com o professor. Conseqüentemente, os alunos debatem, apresentam suas hipóteses, explicam o fenômeno, utilizam o raciocínio dedutivo hipotético, estabelecem conexões, registram suas descobertas, desenvolvem autonomia e, por fim, são introduzidos na cultura científica. Esse processo os ensina a expressar-se e a escrever sobre conhecimentos científicos de forma eficaz (CARVALHO, 2021).

Embora as experimentações propostas no TCM apresentem baixíssimos riscos de acidentes, por possuírem reduzida complexidade e exigirem o uso de poucos reagentes e vidrarias, foi adicionado ao LID uma lista contendo Regras de Segurança de Laboratório (**Figura 5**), norteando professores e alunos quanto aos cuidados que devem ser tomados dentro do laboratório durante as experimentações e o uso correto de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletivo (EPCs) (LID – p.11).

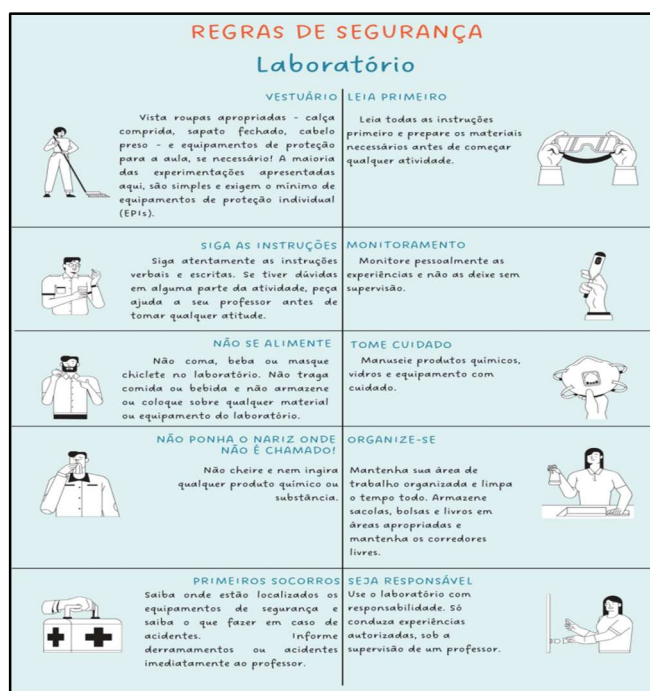


Figura 5: Imagem da página do LID contendo “Orientações com Regras de Segurança de Laboratório”.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na escola é responsabilidade dos professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias trabalhar a habilidade EM13CNT306: “Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental” (BRASIL, 2018, p. 545). Essa é uma oportunidade de trabalhar os conteúdos voltados para biossegurança por meio da utilização do LID.

A história ainda faz uma homenagem a cientistas brasileiras por meio das personagens (**Figura 6**), mulheres pioneiras na ciência: Rosalinda Nader, professora de Biologia de Ana, faz homenagem à **Helena Bonciani Nader**, a primeira mulher presidente da Academia Brasileira de Ciências (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2022); Lisbela Zancan, pesquisadora em bioquímica e amiga de Rosalinda, faz homenagem a **Glaci Terezinha Zancan** que presidiu a Sociedade Brasileira de Bioquímica e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (VIDEOTECA UFPR TV, 2003); Amina Wladislaw, professora de Química de Ana faz referência a **Blanka Wladislaw**, pioneira da Ciência no Brasil. Foi eleita membro da Academia de Ciências de São Paulo, membro titular da Academia Brasileira de Ciências, da Associação Brasileira de Química, da Sociedade de Química de Londres. Além de integrar a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e a *Royal Society of Chemistry*, também foi condecorada

com a Ordem Nacional do Mérito Científico e o Prêmio *Rheiboldt-Hauptmann* (WLADISLAW, BLANKA, 1977). A página de apresentação das personagens (LID - p 12) traz um *link* ao lado de cada uma, conduzindo para a biografia de cada uma das cientistas (LID – p. 163 – 166).

Ana é nossa personagem principal, uma menina curiosa que pelo LID passa a conhecer o método científico e desenvolve um encantamento pela ciência. Característica estudante de ensino médio, Ana representa tantas meninas brasileiras que buscam realizar seus sonhos pelos estudos, pela ciência e na ciência!

NOSSAS PERSONAGENS HOMENAGEIAM AS CIENTISTAS PIONEIRAS NO BRASIL

Os sobrenomes das personagens fazem referência à cientistas que foram pioneiras no Brasil. Confira a seguir a legenda referente à cada uma delas e clique no link para ser direcionado à página contendo uma minibiografia dessas mulheres inspiradoras:

ROSALINDA NADER
O nome da professora de Biologia de Ana faz referência à:
[HELENA BONCIANI NADER](#)

LISBELA ZANCAN
O nome da pesquisadora em Bioquímica e amiga de Rosalinda faz referência à:
[GLACI TEREZINHA ZANCAN](#)

AMINA WLADISLAW
O nome da professora de Química de Ana faz referência à:
[BLANKA WLADISLAW](#)

ANA E SUA MÃE
Essa é nossa personagem principal! A **MENINA CIENTISTA**, uma aluna de ensino médio representando tantas meninas brasileiras que buscam realizar seus sonhos pelos estudos e pela na ciência!

12

Figura 6: Homenagem às cientistas brasileiras por meio das personagens.

Em seguida, a história é iniciada. Ao longo dos capítulos, Ana e sua professora buscam identificar no laboratório da escola, as amostras enigmáticas que foram recolhidas no quintal de sua casa. A história que se desenvolve ao longo do LID possibilita o ensino com abordagem investigativa, apresentando “Perguntas-problema” com utilização de Roteiros Investigativos Experimentais, como ferramenta para testagem das hipóteses levantadas. Na narrativa, as práticas desenvolvidas pela menina Ana podem ser facilmente reproduzidas por professores do ensino médio, de diferentes realidades, mesmo que não tenha laboratório de ciências na escola. O livro possibilita a investigação com as “Perguntas-problema” , promovendo o levantamento de hipóteses e o desenvolvimento de tarefas para o estudo de conteúdos de Bioquímica contidos na BNCC do Ensino Médio, de forma lúdica, investigativa e interativa.

A ludicidade da história é intercalada com caixas de textos (**Figura 7**) que contêm as “Perguntas-problema” a hipótese, relacionando a aventura com os conteúdos bioquímicos, levando em seguida às experimentações. Nessas caixas são encontradas sugestões de respostas para facilitar o trabalho do professor.

PERGUNTA-PROBLEMA

- Por que as pessoas geralmente comem abacaxi depois de um churrasco ou feijoada?
- O que o suco abacaxi tem de parecido com o suco digestivo que é encontrado no estômago?

Não? Então vamos conhecer as enzimas agora! Ai vai a pergunta para você responder.

HIPÓTESE:

Professor!

O objetivo é que o estudante saiba que no abacaxi é encontrada uma enzima chamada Bromelina que consegue quebrar, pela adição de água (hidrólise), as ligações peptídicas das proteínas existentes na carne, liberando aminoácidos livres e, assim, facilitando a sua digestão e o aproveitamento dos nutrientes. Além disso, o processo de digestão de proteínas no estômago ocorre também pelo suco digestivo que contém enzimas proteolíticas parecidas com a bromelina.

Vamos fazer a nossa décima terceira experimentação investigativa para conhecer essa enzima do abacaxi e sua atuação na digestão dos alimentos. Vem com a gente!!

[A ação da bromelina: enzima do abacaxi!](#)

CLIQUE AQUI

Figura 7: Caixas que contêm pergunta-problema e hipótese.

Neste TCM foi associado o lúdico, em uma história para promover a iniciação científica de estudantes do ensino médio, como experimentado por Faria (2014) que associou o lúdico ao uso de histórias, quando propôs uma atividade aos seus alunos, incentivando-os a criar e discutir

histórias imaginárias sobre cientistas. O objetivo era investigar como essas histórias afetavam a compreensão dos alunos sobre o trabalho científico e após a análise das descrições dos alunos, a autora identificou que tinham uma visão positiva da ciência e do papel dos cientistas. As histórias ilustram como os cientistas ajudam a sociedade, desenvolvendo soluções que melhoram a qualidade de vida. Isso ajudou os alunos a entenderem a ciência como uma maneira eficaz de resolver problemas.

Nas aulas práticas, uma pergunta ou problema considerado adequado por Carvalho (2018) é aquele que possibilita aos alunos evoluir das ações manipulativas para as ações intelectuais, com criação e teste de hipóteses, raciocínio comparativo e desenvolvimento da linguagem científica, além de formular explicações causais e normativas (os conceitos e as leis).

Em uma situação de ensino por investigação, além do problema, é necessário que o professor dê liberdade intelectual para os alunos interagirem com o material e construam seus conhecimentos (Carvalho, 2018). Nesse sentido, a autora propõe o grau de liberdade que os professores oferecem aos estudantes, classificando a atuação do professor (P) e dos alunos (A) em diferentes níveis de envolvimento com as atividades investigativas experimentais, elencados conforme o **Quadro 1**.

Quadro 1. Níveis de graus de liberdade em atividades experimentais com abordagem investigativa.

Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais					
	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P/A	P/A	A	A
Plano de Trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe
Fonte: CARVALHO, 2018.					


O LID apresentado considera que o problema é lançado pelo professor, as hipóteses são elaboradas pelos alunos, o plano de trabalho (experimentação) é elaborado pelo professor, porém desenvolvido por grupo de alunos, a obtenção de dados é feita pelos alunos e, finalmente, estudantes e professor chegam às conclusões. Com isto, a partir dessa análise podemos inferir

que a utilização do material possibilita o ensino investigativo, já que as atividades propostas se encontram entre o grau 3 e grau 4 de liberdade.

Segundo Carvalho (2018), no grau 3 e no grau 4 de liberdade Intelectual o Ensino Investigativo está representado. Segundo a autora, no grau 3 o aluno está com parte ativa do raciocínio, o que não ocorre nos graus 1 e 2, já que o aluno busca apenas entender o raciocínio do professor no lugar de formular o seu próprio. Já o grau 4 de liberdade intelectual representa uma categoria onde os alunos estão acostumados a trabalhar em grupos, resolver problemas e tomar decisões.

Os roteiros investigativos experimentais apresentam duas versões: a do aluno e a do professor. Na versão do aluno os objetivos foram retirados, pois entende-se que estes podem fornecer as respostas para a pergunta-problema de cada caixa, diminuindo o aspecto investigativo e conseqüentemente o envolvimento do aluno. Esse processo de engajamento do aluno é essencial para que ele seja o protagonista no processo de ensino-aprendizagem. Para Fioreze e colaboradores (2022), o protagonismo estudantil é embasado na participação ativa dos alunos em processos que tenham o potencial de formá-los como cidadãos construtores da sua própria realidade. Os roteiros investigativos experimentais (**Figura 8**) contêm ainda as informações dos materiais necessários e os procedimentos, dando autonomia para que o aluno consiga desenvolver as experimentações a partir da leitura de interpretação do material.

ROTEIRO DA AULA PRÁTICA 10
 RECONHECENDO A PRESENÇA DA PROTEÍNA VERSÃO DO ALUNO



Data: / /

MEMBROS DO GRUPO:

PROCEDIMENTO:

- Colocar aproximadamente 5ml de cada alimento (caldo de carne, clara de ovo, caldo de feijão branco, água de arroz cozido, água de batata e leite) em tubos de ensaio devidamente identificados;

QUAIS ALIMENTOS VOCÊ ESPERA QUE TENHAM PROTEÍNA?

- Adicionar 10 gotas do reativo de biureto em cada tubo;
- Observar e anotar os resultados.

MATERIAIS:

- Biureto (NaOH -Hidróxido de Sódio - e CuSO₄ a 5% - Sulfato de cobre);
- 6 tubos de ensaio (ou copos transparentes);
- Grade para os tubos de ensaio;
- Caneta marcador;
- 1 pote com 200 ml;
- Caldo de carne (deixar uma porção de carne moída cozida mergulhada em água e depois filtrar)
- Clara do ovo;
- Água de arroz cozido (colocar um pouco de água em uma porção de arroz cozido, agitar e deixar descansar);
- Caldo de feijão cozido;
- Leite;
- Água de batata doce (ralar ou raspar a batata doce com uma colher de chá uma pequena porção a qual deve-se acrescentar um pouco de água)
- Ralador de cozinha;
- Luvax;
- Pipetas ou conta-gotas;

Figura 8: Roteiros Investigativos Experimentais.

De posse de cada roteiro de experimentação objetiva-se trabalhar conteúdos bioquímicos específicos que foram organizados conforme a **Quadro 2:**

Quadro 2 - Experimentações e objetivos encontrados no recurso educacional.

EXPERIMENTAÇÃO	OBJETIVOS
1 - ESTOURA OU NÃO ESTOURA?	Trabalhar o conceito de calor específico; compreender a importância dessa característica para a manutenção da vida.
2 - DESVENDANDO O MACRO, O MICRO E O SUBMICROSCÓPICO	Desenvolver noções sobre macro, micro e submicroscópico; conhecer as unidades de medida de tamanho utilizadas em citologia/microscopia.
3 - EXPLOSÃO DE CORES SUBAQUÁTICAS	Trabalhar os conceitos de polaridade, solubilidade e densidade; compreender o que é uma molécula hidrofílica e hidrofóbica; diferenciar mistura homogênea e heterogênea.
4 - PRODUZINDO UM SABÃO E OBSERVANDO SUAS PROPRIEDADES	Explicar as propriedades tensoativas dos sabões.
5 - LEITE COLORIDO	Evidenciar a importância do detergente como agente tensoativo.
6 - MÁGICA DO ORÉGANO	Apresentar uma propriedade da água chamada tensão superficial.
7 - FORMAÇÃO DE UM GEL	Perceber que a celulose é um carboidrato estrutural. Entender a capacidade dos carboidratos de formar géis, apresentando as interações hidrofílicas entre a água e as hidroxilas de carboidratos da semente da chia.
8 - IDENTIFICANDO O AMIDO	Identificar a função e os alimentos que são fonte de carboidrato; verificar se todo carboidrato tem a capacidade de formar géis; conhecer a função do amido; perceber que diferentes carboidratos possuem funções diferentes.
9 - VISUALIZAÇÃO E ISOLAMENTO DO AMIDO DA BATATA	Visualização do amido de milho e da batata em microscópio de luz; isolar o amido da batata.
10 - RECONHECENDO A PRESENÇA DA PROTEÍNA	Verificar a natureza proteica dos alimentos e sua importância; verificar quais alimentos possuem proteínas.
11 - JOGO DOS AMINOÁCIDOS	Facilitar a compreensão da estrutura das proteínas; reconhecer o conjunto de interações não covalentes que mantém a estrutura tridimensional das proteínas.
12 - DESNATURAÇÃO PROTÉICA	Discutir o efeito do ambiente no arranjo espacial das proteínas e como afeta a sua função; verificar o conceito de desnaturação da proteína.
13 - A AÇÃO DA BROMELINA, ENZIMA DO ABACAXI	Conhecer as enzimas e sua importância nas reações químicas nos seres vivos.
14 - A EXTRAÇÃO DE DNA	Extrair o DNA de vegetais, especialmente das frutas. Entender que o material genético é encontrado em todos os seres vivos. Compreender as características do DNA. Associar a precipitação do DNA na solução com as características dos reagentes usados no procedimento.

É muito importante que os alunos estudem essas biomoléculas ao longo do ensino médio, estudar as biomoléculas e nutrientes pode melhorar nossa compreensão dos efeitos dos

alimentos e dos nutrientes no corpo; os alunos adquirem conhecimentos que os ajudam a escolher quais alimentos são necessários, benéficos ou maléficos para manter a saúde colaborando com escolhas conscientes para a vida (CAPAZ; CORTE; MUSCARDI, 2022).

Dada a importância dos conhecimentos sobre esse assunto e sua aplicação para o equilíbrio e manutenção da saúde, a Bioquímica está presente no Objeto de Conhecimento da unidade temática Matéria e Energia. Dentro do currículo de Ciências da Natureza do Ensino Médio do Espírito Santo, na disciplina de Biologia, da turma da 2ª série do ensino médio, sendo assim, um conteúdo indispensável para ser trabalhado (**Quadro 3**).

Quadro 3 Conteúdos parciais de Ciências da Natureza –Biologia - 2ª Série do Ensino Médio.

Unidade Temática	Objeto de Conhecimento	Código da Habilidade	Habilidade
Matéria e Energia	Bioquímica celular	EM13CNT101BIOa/ES	Identificar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações da matéria, e da energia para observações e análises à nível microscópico, relacionados a composição orgânica e inorgânica das células.
		EM13CNT102BIOa/ES	Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos, como por exemplo a simulação do funcionamento dos organismos vivos, que visem à sustentabilidade e/ou melhor funcionamento dos órgãos e sistemas, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos. para seus usos e descartes responsáveis.
		EM13CNT103BIO/ES	Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no funcionamento das organelas celulares, no ambiente, na indústria, na agricultura.
		EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.

Fonte: ESPÍRITO SANTO (Estado), 2020, p. 41.

Esses são temas integradores e interdisciplinares que ligam a Biologia com a Química por meio da Bioquímica, estando presente no currículo das duas disciplinas, conforme disposto no **Quadro 4**.

Quadro 4. Temas integradores e interdisciplinares que ligam a Biologia e a Química, no Ensino Médio.

Competências Específicas	Temas Integradores e Interdisciplinaridade
(CE01) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	(TI04) Educação alimentar e nutricional. (TI08) Saúde.

Fonte: ESPÍRITO SANTO (Estado), 2020, p. 15, 29, 42, 44, 46 e 48.

Pelo LID, após as experimentações, os alunos passam para o relatório de aula prática (**Figura 9**), uma página que contém espaço para que os alunos, em grupos, possam escrever sobre os resultados e conclusões observadas no experimento. Carvalho (2018) define essa como uma importante etapa do ensino baseado na investigação, para que o aluno organize as ideias, partindo para argumentação sobre os conteúdos estudados.

RELATÓRIO DA AULA PRÁTICA 10
RECONHECENDO A PRESENÇA DA PROTEÍNA VERSÃO DO ALUNO

RESULTADOS:

CONCLUSÃO:

Figura 9: Relatório de aula prática.

Após cada aula prática, para trabalhar os conteúdos bioquímicos e relacioná-los com a história, existe um questionário pós-experimento (**Figura 10**) que apresenta as sugestões de respostas na versão do professor (**Figura 10A**). Enquanto na versão do aluno (**Figura 10B**) o questionário deve ser respondido em grupos, após o término de cada experimentação.

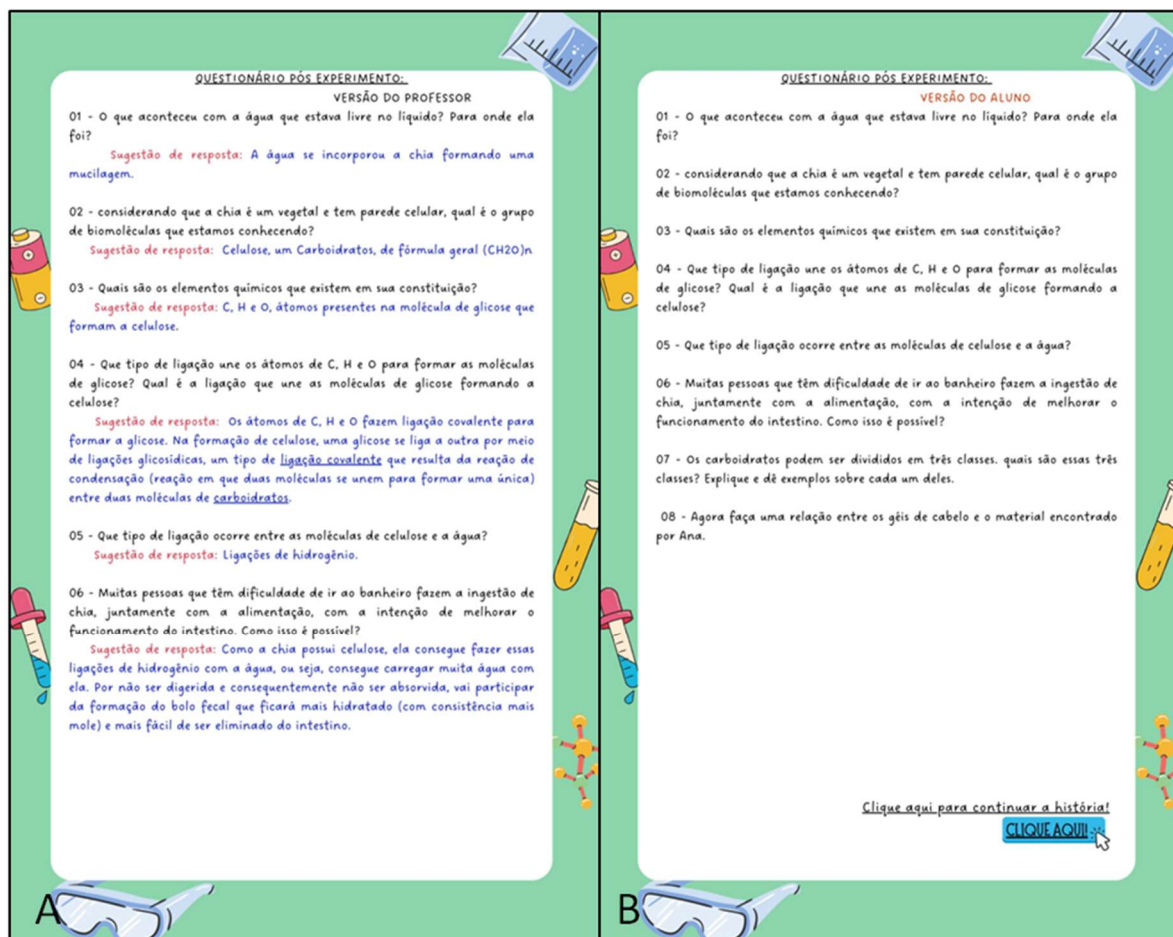


Figura 10: Questionário pós experimento, versão do professor e versão do aluno.

O final da história do LID conta com um desfecho inusitado, que permite ao aluno dar asas à imaginação, permitindo que, mais uma vez, a ludicidade do material explore sua criatividade.

Segundo Santos (2021), os livros didáticos são considerados recursos fundamentais para os estudantes, sendo crucial que esses materiais incluam questionamentos que estimulem discussões contextualizadas e contribuam para a alfabetização científica dos alunos. A autora destaca a importância de os professores buscarem outras ferramentas para suprir as lacunas encontradas nos livros didáticos em relação à promoção da alfabetização científica. Diante dessas considerações, o livro proposto demonstra um grande potencial para ser uma ferramenta eficaz na construção do processo de alfabetização científica dos alunos.

4.1.2 Disciplina eletiva “Alfabetização Científica”

O Novo Ensino Médio trouxe muitas novidades, dentre elas, os itinerários formativos e as disciplinas eletivas que “*devem garantir a apropriação de procedimentos cognitivos e o uso de metodologias que favoreçam o protagonismo juvenil, organizados em torno de um ou mais dos seguintes eixos estruturantes: I - investigação científica e II - processos criativos*” (Brasil, 2018, p. 478), os quais foram adicionados pela Lei nº 13.415/2017, modificando a Lei de diretrizes e bases da educação nacional (LDB), com o objetivo de levar a uma formação geral básica mais flexível e diversificada. O documento destaca a importância da apropriação de linguagens específicas de áreas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, considerando a relevância do desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico pelos estudantes (BRASIL, 2018).

Segundo Gomes (2023), as eletivas são disciplinas fundamentadas nas competências e habilidades gerais e específicas e oferecem uma abordagem curricular flexível e personalizada. No Currículo do Novo Ensino Médio Capixaba, é definida como um Componente Integrador de livre escolha do estudante, onde a escola oferece um cardápio de eletivas e o estudante escolhe uma diferente a cada trimestre, sempre considerando seus interesses, aptidões e projeto de vida (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2021). O guia oferecido ao estudante afirma que:

“As Eletivas oportunizam aos estudantes a experimentação e diversificação do currículo, ampliando, aprofundando e enriquecendo o repertório de conhecimento, expandindo, dessa forma, suas capacidades de ler o mundo de maneira crítica e propositiva e, mais ainda, de sua própria atuação como estudante, como protagonista e como agente de transformação da sociedade (Guia do Estudante, 2021, P. 18).”

Com a inclusão dessas disciplinas, novos desafios surgiram para que os professores possam atender aos objetivos propostos. Gomes (2023) verificou em seu trabalho de conclusão de curso quais são os principais desafios encontrados pelos professores em ministrar disciplinas eletivas. Os mais citados foram referentes ao tempo para planejar e construir a eletiva, e a limitação de recursos disponibilizados pelo suporte institucional, além do receio de não estimular o interesse dos estudantes. O mesmo autor concluiu que a qualidade do ensino é afetada por esses desafios, sendo que os professores precisam de mais tempo - devido à importância crucial do planejamento de aula, e de uma maior disposição de recursos para que realizassem seu trabalho de forma completa.

Dias (2022) afirma que a qualidade do ensino apresenta uma melhora visível quando são utilizados instrumentos didáticos que despertam o interesse dos discentes, já que os alunos se sentem mais atraídos e engajados, resultando em uma experiência de aprendizado mais efetiva e significativa. Assim, considerando a falta de tempo dos docentes para planejar as disciplinas eletivas e escassez de instrumentos didáticos capazes de envolver os alunos, propomos um suplemento contendo um Guia de Instruções adicionado ao LID, para a utilização dos seus conteúdo e materiais.

O Guia de Instruções visa oferecer um passo a passo de uma disciplina eletiva para trabalhar a alfabetização científica, com utilização da bioquímica experimental, estimulando o protagonismo estudantil, com foco no ensino investigativo e interdisciplinar. A proposta é conduzir à fundamentação teórica e experimentações laboratoriais por meio dos Roteiros Investigativos Experimentais contidos no LID. O material é iniciado contando como surgiu a ideia de desenvolvê-lo e como foi sua elaboração.

Esse suplemento é uma proposta de material para que outros professores possam replicar a disciplina para trabalhar a bioquímica, justificando a importância da produção desse material. Para Lima e Vasconcelos (2006), o educador em Ciências vem sendo desafiado constantemente para tornar as teorias científicas mais acessíveis aos alunos, buscando recursos e/ou metodologias para favorecer a prática.

O Guia é organizado com uma apresentação inicial e na sequência são disponibilizados os objetivos do material, visando fornecer instruções a professores de Biologia e Química do Ensino Médio para o desenvolvimento da disciplina eletiva “Alfabetização Científica”, a qual é baseada na aplicação de Roteiros Práticos Investigativos como alternativa para trabalhar conteúdos de bioquímica integrando a Biologia Celular e a Química. A disciplina tem o objetivo de levar à iniciação científica dos alunos, por meio da utilização de aulas experimentais e da apresentação do método científico.

De acordo com Machado e colaboradores (2010), na Bioquímica é difícil representar os fenômenos que acontecem em nível molecular. Diante disto, somente os instrumentos usados geralmente no cotidiano escolar, como quadro negro e o retroprojetor não são suficientes, requerendo estratégias que permitam desenvolver a abstração e a imaginação.

Para mudar essa situação, Lemke (2006) propõe que o ensino de ciências se torne mais prazeroso e adaptado. Neste sentido, para o Ensino Médio, o ensino de ciências deve propiciar informações sobre a visão científica do mundo, informar sobre o papel da ciência e da tecnologia na vida social, gerar potencial para as carreiras científicas e tecnológicas, além de

desenvolver o raciocínio lógico complexo. Com o desenvolvimento da eletiva proposta neste TCM, o professor tem a possibilidade de ensinar a Bioquímica de uma forma lúdica, investigativa e prazerosa, levando ao desenvolvimento da capacidade abstrativa do estudante pela realização dos experimentos e, assim, estimular a participação do aluno no processo de ensino-aprendizagem.

O suplemento também traz na sequência os objetivos do plano de ensino da disciplina, contidos na ementa (**Figura 11**). A ementa da disciplina é um item necessário a ser apresentado na escola para o desenvolvimento de uma eletiva, que direcionará todo o trabalho a ser desenvolvido. Ela deve apresentar o título da disciplina, os componentes curriculares, justificativa, objetivos, habilidades e competências a serem desenvolvidas, o conteúdo programático, metodologia, recursos necessários, uma proposta de culminância e avaliação. Assim, representa uma proposta completa de material do professor, otimizando o seu tempo de planejamento.

EMENTA COMPONENTE INTEGRADOR ELETIVA		CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	
TÍTULO		RECURSOS DIDÁTICOS NECESSÁRIOS	
Eletiva: Alfabetização Científica		<ul style="list-style-type: none"> • Livro Interativo Digital; • Substâncias e reagentes; • Datashow; • Microscópio; • Vidrarias e equipamentos de laboratório; • Lixidificador; • Geladeira; • EPI's e EPC's. 	
COMPONENTE CURRICULAR		PROPOSTA PARA A CULMINÂNCIA	
Biologia, Química, Física e Matemática.		Os alunos apresentarão, em grupos, experiências escolhidas por eles sendo analisada sua viabilidade pelo professor.	
PROFESSOR		AVALIAÇÃO	
		A avaliação deve ser contínua, processual e formativa, sendo feita no início através dos conhecimentos prévios; durante o processo para verificar os avanços e ao final através das apresentações. Avaliação também se dá através dos debates na sala de aula, entrega e análise das atividades propostas, criatividade, coletividade e cooperação, cultivo de valores positivos e reflexão crítica.	
JUSTIFICATIVA		REFERÊNCIAS	
Considerando as novas propostas para o Ensino Médio - que incluem o desenvolvimento da alfabetização científica, o ensino interdisciplinar e investigativo e o protagonismo juvenil - surgiu a ideia de criação de uma disciplina eletiva investigativa dos Itinerários Formativos, utilizando um Livro Interativo Digital com Roteiros Investigativos Experimentais.		· Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs); · Currículo Básico Comum das Escolas Estaduais do Estado do Espírito Santo BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf . Acesso em: jul/2023. HENRIQUES, L.R.; KONIG, I.F.M.; DIAS, B.K.M.; BAGNO, F.F.; SANTOS, R.C.V.; LEITE, J.P.V. Bioquímica nas escolas: Uma estratégia educacional para o estudo de Ciências no Ensino Médio. Revista Elo - Diálogos em Extensão, v. 5, n. 3, p. 6-17, 2016. MELO, G.S.; ALVES, L.A. Dificuldades no processo de ensino aprendizagem de biologia celular em iniciantes do curso de graduação em ciências biológicas. 2011. 43f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011. PEDRANCINI, V.D. CORAZZA-NUNES, M.J.; GALUCH, M.T.B.; MOREIRA, A.L.O.R.; RIBEIRO, A.C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.8, n.2, p.299-306, 2007.	
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhar os conteúdos de Biologia Celular e Química Orgânica de forma integrada pelo estudo da Bioquímica, colocando os alunos como protagonistas investigativos em uma história repleta de mistérios e experimentos; • Movimentar os Pilares da Educação: aprender a fazer, ser, conviver e conhecer; • Exercer o protagonismo autêntico; • Desenvolvimento da responsabilidade; • Autodisciplina; • Replicabilidade; • Realizar uma viagem para universidade federal ou instituto federal mais próximo da escola para incentivar o ensino superior; • Reconhecimento da importância da participação individual no contexto grupal; • Desenvolvimento das potencialidades intelectuais de raciocínio, percepção e criatividade; • Desenvolver habilidades linguísticas e matemáticas. 			
HABILIDADES E COMPETÊNCIAS A SEREM DESENVOLVIDAS			
EM13CNT104QUIES Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente dos produtos e materiais usados no cotidiano, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para um consumo consciente, descarte responsável e/ou reciclagem. EM13CNT101QUIa/ES Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria e energia, em situações cotidianas, identificando as propriedades físicas e químicas dos materiais e substâncias, assim como relacioná-las à aplicações tecnológicas em processos de extração, separação e purificação de substâncias, priorizando processos produtivos que visem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. EM13CNT302QUIES Interpretar e comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações químicas, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental. D54 (B) Identificar os componentes bioquímicos da célula e suas principais funções. (T108) Saúde			

Figura 11: Ementa da disciplina eletiva “Alfabetização Científica”.

Observando o conteúdo programático apresentado na ementa podemos notar que a foi escolhido para ser trabalhada a Bioquímica. Para Solner e colaboradores (2019), um agravante ao processo de ensino aprendizagem refere-se à forma como a Química é geralmente trabalhada

em sala de aula, sendo apresentada de forma muito teórica, deixando em segundo plano a parte prática. Isso ocorre por vários fatores que permeiam o ambiente escolar, tais como: carga horária insuficiente, infraestrutura inadequada, insegurança do professor na execução dos experimentos e outros. Além disso, muitos docentes apresentam dificuldades para realizar associações dos conteúdos ministrados ao cotidiano de seus alunos, dificultando seu entendimento (SOLNER et al., 2019).

Nesse cenário e considerando Chinelli, Ferreira e Aguiar (2010, p. 35), é necessário levar os professores a observarem e participarem de experiências com aspectos desejáveis do planejamento e da organização do ensino, tais como: “experiências interdisciplinares; experimentos que estimulem a elaboração de hipóteses e permitam que sejam testadas e exemplos concretos das profundas relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente [...]”.

Na sequência, foi colocado um passo a passo para o desenvolvimento da disciplina, com informações sobre: materiais utilizados, planejamento da disciplina, desenvolvimento das aulas - com todas as etapas, tempo previsto de cada aula e o tempo previsto da disciplina eletiva ao longo do ano.

Sobre os professores que são indicados para ministrar a disciplina eletiva sugerimos o professor de Química ou de Biologia. Por se tratar de uma proposta interdisciplinar é desejado que ocorra na escola, durante o planejamento coletivo da área de Ciências da Natureza, um momento de troca de conhecimentos entre as disciplinas, em especial entre Biologia e Química. Uma sugestão é que seja possível a realização da docência compartilhada entre os docentes professores, enriquecendo os roteiros e aplicação da disciplina eletiva e fortalecendo a aprendizagem nessas áreas. Segundo Silva e Garcia (pág. 3, 2022) “a docência compartilhada entre os diferentes componentes curriculares da área das Ciências da Natureza pode abrir espaços para que a interdisciplinaridade se construa e tome corpo.”

De acordo com Andreis e colaboradores (2022), a docência compartilhada enriquece a prática educativa do professor, o pensar e criar juntos contribuem com a criação de abordagens mais criativas, vai além de simplesmente dividir responsabilidades, pois facilita a interação e o compartilhamento de ideias e experiências, enriquecendo tanto a teoria quanto a prática do educador. Além disso, a autora defende que essa prática fortalece os laços interpessoais por meio da discussão de ideias e diálogo contínuo para o desenvolvimento de futuras atividades, o planejamento incorpora novas perspectivas, tornando as atividades mais dinâmicas.

A disciplina eletiva ainda propõe uma aproximação entre a universidade e a escola, por meio de uma visita ao campus mais próximo, buscando mostrar as várias áreas da Ciência que podem ser cursadas, sendo uma oportunidade para incentivar os alunos ao ingresso no ensino superior público. Essas atividades costumam despertar muito interesse dos alunos, mostrando que existe a possibilidade e como se dá a caminhada para o ensino superior público, colaborando com a construção de sonhos e na tomada de decisões sobre o futuro acadêmico.

O trabalho de aproximação entre a universidade e as escolas de ensino médio permite que o ensino ultrapasse as fronteiras da sala de aula, do ambiente fechado, permitindo a troca de informações provenientes de diferentes ambientes. Como resultado, o conteúdo se torna mais abrangente, integrando múltiplas disciplinas e perspectivas (RODRIGUES et al., 2013).

Além disso Arruda-Barbosa e colaboradores (2019), acreditam que essa interação universidade e escola é muito importante, pois ajudam a esclarecer dúvidas dos estudantes e facilita a tomada de decisão profissional com uma escolha mais consciente do curso universitário mais alinhado com os interesses. Segundo os mesmos autores, a aproximação também permite que a universidade cumpra sua função social com a comunidade, apresentando o ensino superior aos potenciais acadêmicos e auxiliando na orientação profissional. Essas ações têm o potencial de impactar positivamente na diminuição das taxas de evasão universitária.

Sobre o tempo previsto, a disciplina é planejada para ser desenvolvida em um trimestre, assim, três turmas são contempladas com a disciplina ao longo de um ano (**Figura 12**). Normalmente cada roteiro é desenvolvido em duas aulas consecutivos de 50 min por semana, totalizando uma média de 14 tempos (28 aulas) por trimestre. Por esse motivo são propostas 14 experimentações. Entretanto, de acordo com cada realidade, o docente tem a liberdade para fazer experiências que não estão propostas no livro. A inclusão ou retirada de experimentos pode ser realizada sem que ocorra prejuízo no desenvolvimento da disciplina.



Figura 12: Três turmas são contempladas com a disciplina ao longo de um ano.

Uma vantagem de ministrar a mesma disciplina por mais de uma vez é a oportunidade de fazer ajustes com base nas observações das primeiras turmas. Por exemplo, em uma experiência sobre desnaturação da proteína (LID - Roteiro nº 12 – p. 146), a ordem dos procedimentos foi modificada entre as turmas. Na primeira turma, a água oxigenada (peróxido de hidrogênio) foi adicionada primeiro ao fígado cru, depois no fígado cru com caldo de limão e, por último, água oxigenada ao fígado cozido. Os alunos mostraram grande entusiasmo na primeira etapa, onde a reação foi mais intensa, mas ficaram desapontados com as etapas seguintes, que tiveram reações menos visíveis. No entanto, ao inverter a ordem na turma seguinte (**Figura 13**), começando com a etapa de pouca reação e aumentando para reação mais intensa no final, os alunos demonstraram maior satisfação e entusiasmo.

<p>PROCEDIMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none">• Colocar cada pedaço de fígado de boi em uma placa petri separadamente e identificá-las;• Com um conta gotas adicionar água oxigenada (peróxido de hidrogênio) no pedaço de fígado cozido;• Observar e anotar;• Adicionar caldo de meio limão em um dos pedaços de fígado cru, em seguida adicionar água oxigenada;• Observar e anotar;• Adicionar água oxigenada no outro pedaço de fígado cru;• Observar e anotar;
--

Figura 13: Procedimentos realizados no roteiro investigativo experimental número 12 (página 146) após inversão das etapas.

As observações entre as turmas permitiram ajustes ao longo da disciplina eletiva, melhorando as aulas e aumentando as chances de alcançar os objetivos educacionais propostos. A observação dessas etapas nos leva a observar características descritas por Christensen e West (2018) no Design-Based Research, conforme pode-se observar no quadro a seguir (**Quadro 5**):

Quadro 5. Características do Design-Based Research segundo Christensen e West (2018), observadas no desenvolvimento do trabalho.

	Características do DBR, segundo Christensen e West (2018)	Características encontradas no objeto de pesquisa deste TCM
1)	Evolução do design de pesquisa ao longo do tempo.	Houve produção de instrumento de ensino que foi modificado ao longo dos ciclos.
2)	Contextualização em um ambiente definido, uma escola, classe ou turma.	A disciplina eletiva foi desenvolvida em uma escola estadual com alunos de ensino médio.
3)	Realização de processos iterativos de pesquisa, envolvendo aplicação, revisão e reaplicação do design.	A disciplina foi realizada em três trimestres.
4)	Colaboração entre vários pesquisadores com papéis definidos.	Houve a colaboração de uma equipe multidisciplinar.
5)	Contribuição para o aperfeiçoamento das teorias educacionais.	As observações de uma etapa finalizada colaboravam para gerar mudanças no planejamento do trimestre seguinte e consequentemente para melhoria da ferramenta de ensino e dos objetivos propostos.
6)	Aplicabilidade prática, visando ao avanço do conhecimento educacional e do design de pesquisa.	A pesquisa se mostra prática, já que pode ser facilmente replicada em outro contexto ou outras realidades.
7)	Produtividade, gerando resultados positivos que demonstrem a eficácia do design proposto.	A pesquisa se mostrou produtiva considerando que os resultados foram bem sucedidos, atendendo os objetivos propostos.

A disciplina se caracteriza como uma pesquisa colaborativa (característica nº 4), pois seu desenvolvimento contou com uma equipe multidisciplinar composta por: professora de biologia responsável pelo planejamento das aulas, professora de química atuando como regente da disciplina, estudante do segundo ano do ensino médio como bolsista de Iniciação Científica Júnior (ICJr), alunos do ensino médio matriculados na disciplina e uma professora supervisora da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). A combinação de conhecimentos de diferentes níveis contribuiu de forma significativa para a melhoria dos roteiros LID.

Por meio das experiências proporcionadas aos alunos ao longo do curso, utilizando LID e promovendo uma abordagem investigativa e contínua do método científico, acredita-se que

tenha sido cumprido o objetivo de fomentar a alfabetização científica. Isso ocorre ao contextualizar o conhecimento em Bioquímica com situações cotidianas, o que auxilia no desenvolvimento do pensamento lógico, crítico e reflexivo dos alunos.

Espera-se que o material contribua como um instrumento para professor que possa ser um recurso didático de fácil acesso, visando estimular o ensino interdisciplinar e investigativo dos conteúdos aqui citados, por meio do ensino da Bioquímica.

5 CONCLUSÕES

O recurso educacional proposto neste trabalho, apresenta potencial de promover a alfabetização científica dentro de uma abordagem investigativa e interdisciplinar, principalmente entre a Química e a Biologia, por meio da aplicação da Bioquímica experimental.

As experimentações investigativas propostas buscaram envolver os alunos de forma mais significativa, auxiliando na assimilação dos conhecimentos científicos. Isso estimula um pensamento crítico, preparando os alunos para analisar e avaliar questões científicas de maneira mais reflexiva e informada. Esse processo contribui para uma formação cidadã mais abrangente, desenvolvendo habilidades argumentativas e de tomada de decisão, o que resulta em uma maior alfabetização científica.

O produto educacional trabalha com uma abordagem interdisciplinar, já que permite uma maior discussão dos conteúdos, com uma visão mais ampla, analisando-os sob diferentes perspectivas, promovendo diálogo entre os conhecimentos das disciplinas, em especial, de Biologia e Química, além de Física, Matemática e Português.

No LID, produto apresentado por este TCM, é fundamentado pelo ensino por investigação com resolução de problemas utilizando experimentações práticas. A perspectiva investigativa foi explorada pelo lançamento das perguntas-problemas para serem resolvidas pelos estudantes, estimulando o percurso: formular hipóteses, preparar experiências, realizar, coleta de dados e analisar os resultados. Nesse processo, o aluno participa ativamente como protagonista, desenvolvendo o potencial de formar cidadãos construtores da sua própria realidade.

O instrumento considera as dificuldades enfrentadas pelos professores ao tentar implementar um ensino interdisciplinar de ciências nas escolas, facilitando a realização de investigações, pela experimentação, com abordagens contextualizadas e integradas entre as

funções orgânicas das biomoléculas, a química dos constituintes celulares e as interações com o meio aquoso.

O produto, fruto do Mestrado aqui proposto, é uma ferramenta interessante e importante para auxiliar a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo nas escolas. Ao professor é fornecido um instrumento educacional fundamentado em conceitos científicos com potencial de estimular o despertar científico em estudantes de diferentes níveis, correlacionando a importância das diferentes áreas das Ciências Naturais ao cotidiano estudantil, por meio do ensino de Bioquímica.

Com a utilização do recurso educacional e o desenvolvimento da disciplina eletiva é esperado que ocorra um aprofundamento dos conteúdos de Bioquímica e que de fato o processo de alfabetização científica seja desenvolvido. Assim, esperamos que o LID: "**A menina cientista em: a célula e as biomoléculas – um livro digital para o ensino de bioquímica por investigação**" produzido seja capaz de auxiliar o professor no desenvolvimento de um trabalho que desenvolva no estudante o senso crítico e uma maior capacidade de refletir sobre a importância e o impacto dos conhecimentos científicos tem sobre a vida e a sociedade e, o quanto isto envolve assuntos relacionados à saúde e ao meio ambiente, por exemplo.

6 REFERÊNCIAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. (2022, 30 de março). Helena Nader faz história como a primeira mulher a presidir Academia Brasileira de Ciências. Categoria: Notícias. Disponível em: <https://souciencia.unifesp.br/destaques/noticias/helena-nader-faz-historia-como-a-primeira-mulher-a-presidir-academia-brasileira-de-ciencias>. Acessado em 03/03/2024
- ALCÂNTARA, N. R.; MORAES FILHO, A. V. Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de Bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. *Revista de Ensino de Bioquímica*, v. 13, n. 3, p. 54-72, 2015.
- ANDREIS, D.; SERAFIM MATOS, C. C.; VIEIRA LIMA, E.; BRAMBATTI GUZZO, G. Docência Compartilhada: uma experiência prática no ensino da Biologia. *Temas & Matizes*, [S. l.], v. 15, n. 26, p. 103–116, 2022. DOI: 10.48075/rtm.v15i26.26407. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/temasmatizes/article/view/26407>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- ARRUDA-BARBOSA, L. DE . et al.. EXTENSÃO COMO FERRAMENTA DE APROXIMAÇÃO DA UNIVERSIDADE COM O ENSINO MÉDIO. *Cadernos de Pesquisa*, v. 49, n. 174, p. 316–327, out. 2019. BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOTELHO Paz, G. S., AVILA, P., & SOUSA LEAL, S. H. B. de. (2019). Indicadores de alfabetização científica de professores em serviço: a bioquímica como contexto formativo. *Linhas Críticas*, 25(68), 1-19. DOI: 10.26512/lc.v25.2019.21587
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Orientações Curriculares para o Ensino Médio, Vol. 3. 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 08 de abril de 2016. Seção 1, p. 44-46.
- CAPAZ, Josieli Parteli; CORTE, Viviana Borges; MUSCARDI, Dalana Campos. Ensino de biomoléculas: uma prática fundamentada no ensino investigativo e na neuropsicopedagogia. *Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino*, v. 1, n. 13, 2022.
- CARRASCO, H. J. Experimentos de laboratório; **un enfoque sistêmico y problematizador**. *Revista de Ensino de Física*, v. 13, p. 77-85, 1991.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 3, p. 1-19, 2021.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.],

- v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- CHARTIER, R. A aventura do livro: do leitor ao navegador. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; Unesp, 1998.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Bras. Educ.** vol. 22, Abr 2003.
- CHAVES, Italo Teixeira; CAVALCANTE, Lidia Eugenia. Educação patrimonial, bibliotecas e museus virtuais na escola. *Biblionline*, João Pessoa, v. 16, n. 1, p. 44-54, 2020.
- CHINELLI, M. V. FERREIRA, M. V. da S. AGUIAR, L. E. V. de. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciênc. Educ. (Bauru)** vol. 16, n. 1, 2010.
- CHRISTENSEN, K; WEST, R. E. The Development of Design-Based Research. In: WEST, R. E. (2018, editor), *Foundations of Learning and Instructional Design Technology* (1st ed.). Disponível em: <https://lidtfoundations.pressbooks.com/> Acesso em 09 mar. 2024.
- COELHO, M. A., Uma possibilidade de educação efetiva. **Revista Capa**, vol. 13, n. 2, 2014.
- DANTAS, L. F. S. **Desenvolvimento de aplicativo gratuito de busca para a divulgação de centros e museus ciência do estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza. Universidade Federal Fluminense, Niterói / RJ. 2016.
- DE SOUZA, K. M. S., de Souza, A. T. V., Cavalcanti, M. T. H., Porto, A. L. F., & Bezerra, R. P. Elaboração de modelos moleculares reutilizando materiais para o ensino da bioquímica. *Cadernos de Educação Básica*, v. 5, n. 2, p. 73-89, 2020.
- DIAS, A. P. V. et al. O ENSINO MÉDIO E O COMPONENTE CURRICULAR BIOLOGIA: a formação do educando à luz dos documentos legais brasileiros. *Escola em Tempos de Conexões - Volume 02*, p. 2197-2217, 2022. Editora Realize. <http://dx.doi.org/10.46943/vii.conedu.2021.02.115>.
- ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. Currículo ES 2020 - Ensino Médio - Ciências da Natureza. Vitória, 2020. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1lkF-KXUdBuThYXKA6Ur_WxcdlXvWPJvM/view Acesso em: 27 de novembro de 2023
- FARIA, C. et. al. Como trabalham os cientistas?: potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciênc. Educ. (Bauru)* [online]. 2014, v. 20, n. 1, pp. 1-22, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320140010002>. Epub 02Abr2014. ISSN 1980-850X. <https://doi.org/10.1590/1516-731320140010002>.
- FIGUEIREDO, C., Ribeiro, S., Miranda, V. S. de., & Soares, Â. M. B. Um documento para chamar de nosso: refletindo o protagonismo estudantil a partir da experiência de

- uma universidade comunitária. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), v. 27, n. 3, p. 695–713, set. 2022.
- FRANCISCO JR., W. E. FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 12-16, 2006.
- FURIÓ, C. VILVHES, A. GUIASOLA, J. ROMO, V. Finalidades de laenseñanza de lascienciasenla secundaria obligatoria. **Alfabetización científica o propedéutica Enseñanza de lasciencias**, v. 19, n. 3, p. 365-376, 2001.
- GIL, D. et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. Enseñanza de lasciencias: V. 17 n, 2, p. 213-314, 1999.
- GOMES, K. V. G.; RANGEL, M. Relevância da disciplina bioquímica em diferentes cursos de graduação da UESB, na cidade Jequié. **Revista Saúde. Com.** v.2, n.1, 2006, p. 161-168. Disponível em: <http://www.uesb.br/revista/rsc/v2/v2n2a8.pdf>.
- GOMES, M. H.N. Disciplinas eletivas no ensino médio: o que pensam os professores? 2023. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.
- GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Currículo do Novo Ensino Médio Capixaba. Vitória, 2021. Disponível em: <https://novoensinomedio.sedu.es.gov.br/itinerario-formativo>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Guia do Estudante. Vitória, 2021. Disponível em: [https://novoensinomedio.sedu.es.gov.br/Media/NovoEnsinoMedio/Arquivos/GUIA%20DO%20ESTUDANTE%202021%20\(5\).pdf](https://novoensinomedio.sedu.es.gov.br/Media/NovoEnsinoMedio/Arquivos/GUIA%20DO%20ESTUDANTE%202021%20(5).pdf). Acesso em: 30 jan. 2024.
- GUERRA, R. A. T. et. al. Caderno Virtual. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011
- HODSON, D. **In searchof a MeaningfulRelationship**: na explorationof some issuesrelatingtointegratin in scienceeducation. *InternationalJournalof Science Education*. V. 14 n, 5, p. 541-566, 1992.
- LEMKE, J.L.**Investigar parael Futuro de laEducación Científica**: Nuevas Formas de Aprender, Nuevas Formas de Vivir, Enseñanza de lasCiencias, v.24, n.1, pag 5-12, 2006.
- LEWIN, A. M. F. e LOMASCOLO, T. M. M. **La Metodologiacientíficaenlaconstrucción de conocimientos**. *Revista Brasileira de Ensino de Física* , v. 20, n. 2, pág. 147, 1998.
- LIMA, A. **Caminhos da aprendizagem da docência: os dilemas profissionais dos professores iniciantes**. In: PASSOS, I; VEIGA, D'ÁVILA, C, (Org.). *Profissão docente: novos sentidos, novas perspectivas*. Campinas, SP: Papirus, 2008.
- LIMA, J. M. **O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, Unesp, 2008.
- LIMA, K. E. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 14, p. 397-412, 2006.

- LOGUERCIOA, R.; SOUZA, B. D.; DEL PINO, A. J. C.. Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. **Ciências & Cognição**, v. 10, p. 147-155, 2007.
- MACHADO, M. et al. Bioquímica através da animação. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 1, n. 1, 2010.
- MAIA, Maikon Moisés; BIZERRA, Ayla Marcia Cordeiro. Aspectos bioquímicos, culturais e sociais do corpo: uma abordagem interdisciplinar. *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, p. 224-242, 2021.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M.. **Técnicas de Pesquisa**. 8. Ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MATEUS, Alfredo L. (org.). **Ensino de química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2015.
- MELO, G. dos S.; ALVES, L. de A. **Dificuldades no processo de ensino aprendizagem de biologia celular em iniciantes do curso de graduação em ciências biológicas**. 2011. 43 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.
- MORENO, E. L.; HEIDELMANN, P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 12-18, fev. 2017.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 1278p., 2019.
- NICHOLSON, Melany Isabel Garcia. Usos e tendências do *design-based research* para as áreas de educação e ensino de ciências: uma revisão sistemática. 2021.
- PEDRANCINI, V. D. et al. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v.6, n.2, p.299-309, 2007.
- PEIXE, F. C. Q.; SILVA, L. R.; SILVA, M. H. M. da. Projeto Interdisciplinar sobre Biologia e Química sobre Alimentação, 2017. Disponível em: <https://sespe.unicap.br/wp-content/uploads/2017/11/Resumos-Expandidos-daUFRPE-parte-2.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- PROCÓPIO, E. **O livro na era digital: o mercado editorial e s mídias digitais**. São Paulo: Giz Editorial, 2010.
- REIS, J. M.; ROZADOS, H. B. F. O livro digital: histórico, definições, vantagens e desvantagens. **Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias (19.: 2016 out. 15-21: Manaus, AM). Anais. Manaus, AM: UFAM, 2016.**, 2016.
- RODRIGUES, A. L. L.; PRATA, M. S.; BATALHA, T. B. S.; COSTA, C. L. N. A; PASSOS NETO, I. F. Contribuições da extensão universitária na sociedade. *Cadernos de Graduação: Ciências Humanas e Sociais*, v. 1, n. 16, p. 141-148, mar. 2013.
- SANTANA, A. J. S.; ARAÚJO MOTA, M. D. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. *Revista Educar Mais*, [S. l.], v. 6, p. 450-466, 2022. DOI: 10.15536/reducarmais.6.2022.2735. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2735>. Acesso em: 11 mar. 2024.

- SANTOS, J. F. M. **Alfabetização científica em um contexto de pandemia: a abordagem do sistema imunológico no ensino médio.** 2021. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2021.
- SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p.49-67, 2015.
- SILVA, D. P.; GARCIA, R. N. Ensino compartilhado e ensino interdisciplinar em Ciências Naturais na Educação Básica: uma revisão de literatura de 2017 a 2021. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento [S. l.] , v. 8, pág. e34211830555, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i8.30555. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30555>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, 2021.
- SOLNER, T. B. B. **A Bioquímica no Ensino Médio: uma proposta de ensino a partir de uma sequência didática.** 2019. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana, Santa Maria, 2019.
- VARGAS, Amanda Rodrigues de. **A alfabetização científica na educação básica: uma análise das contribuições educacionais da revista online “A bioquímica como ela é” a alunos do ensino fundamental.** 2017.
- VIDEOTECA UFPRTV. ZANCAN, G. (2003). Persona | Doutora Glaci Zancan [Vídeo]. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pM0plEbHKS4>. Acessado em 03/03/2024.
- WLADISLAW, BLANKA. Depoimento, 1977. Entrevistada por Nadja Vólia Xavier e Ricardo Guedes Pinto. Projeto História da Ciência no Brasil - FINEP/CPDOC. Diretor do projeto, Simon Schwartzman. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil