

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL - PROFQUI

REGINALDO FABRI JÚNIOR

**POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR
MELLO LEITÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Vila Velha
2020

REGINALDO FABRI JÚNIOR

**POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR
MELLO LEITÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional de Química em rede nacional – ProfQui – do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Manuella Villar Amado
Coorientadora: Profa. Dra. Denise Rocco de Sena

Vila Velha

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Hermelinda Peixoto Pereira Martins CRB6-522

F124p Fabri Júnior, Reginaldo
Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor
Mello Leitão para o ensino de química na perspectiva da
alfabetização científica. / Reginaldo Fabri Júnior. – 2020.

203 f. : il. ; 30 cm.
Inclui bibliografia.

Orientadora: Dra. Manuella Villar Amado.
Coorientadora: Dra. Denise Rocco de Sena.
Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo,
Campus Vila Velha, Coordenadoria do Curso de Mestrado
Profissional em Química, 2020.

1. Química – estudo e ensino. 2. Alfabetização científica. 3.
Museus de ciências. 4. Museus. 5. Educação não formal. I. Amado,
Manuella Villar. II. Sena, Denise Rocco de. III. Instituto Federal do
Espírito Santo. IV. Título.

CDD: 540



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco , Vila Velha, Espírito Santo
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

REGINALDO FABRI JÚNIOR

“POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA”

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 15 de dezembro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr^a. Manuella Villar Amado
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr^a. Denise Rocco de Sena
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr^a. Mirian do Amaral Jonis Silva
Universidade Federal do Espírito Santo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco , Vila Velha, Espírito Santo
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

REGINALDO FABRI JÚNIOR

FABRI JÚNIOR, REGINALDO; AMADO, MANUELLA VILLAR; SENA, DENISE ROCCO DE. “TEM QUÍMICA NO MUSEU? GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO” VILA VELHA: IFES, 2020.

Produto Educacional apresentado ao Programa de PósGraduação Profissional em Química em Rede Nacional- ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 15 de dezembro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr^a. Manuella Villar Amado
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr^a. Denise Rocco de Sena
Instituto Federal do Espírito Santo

Dr. Paulo Rogerio Garcez de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo

Dr^a. Mirian do Amaral Jonis Silva
Universidade Federal do Espírito Santo



ANEXO Nº 35/2020 - VVL-DPPE (11.02.34.01.07)

Emitido em 15/12/2020

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 27/02/2021 14:13)

DENISE ROCCO DE SENA

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

VVL-CCLQ (11.02.34.01.08.02.03)

Matrícula: 1445194

(Assinado digitalmente em 09/02/2021 17:34)

MANUELLA VILLAR AMADO

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

VVL-CCPPG (11.02.34.01.07.02)

Matrícula: 1354948

(Assinado digitalmente em 18/02/2021 07:54)

PAULO ROGERIO GARCEZ DE MOURA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ***.565.890-**

(Assinado digitalmente em 24/02/2021 13:03)

MIRIAN DO AMARAL JONIS SILVA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ***.283.807-**

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: **35**, ano: **2020**, tipo: **ANEXO**, data de emissão: **09/02/2021** e o código de verificação: **740f3f7344**

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que a presente dissertação de mestrado pode ser parcialmente utilizada, desde que faça referência ao autor.

Vila Velha, 15 de dezembro de 2020



REGINALDO FABRI JÚNIOR

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer às minhas orientadoras, as professoras Manuella Villar Amado e Denise Rocco de Sena que, cada uma com sua forma particular de ensinar e orientar, souberam me ajudar a concluir esta pesquisa, tornando-me um professor melhor, um pesquisador melhor e um ser humano muito melhor. Obrigado, de coração!!!

A todos os professores e professoras do Mestrado Profissional em Química do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha, pelas experiências e conhecimento partilhado, além de oferecerem um ambiente criativo e amigável.

Ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão pelo auxílio e apoio dispensados a mim nesse período de trabalho.

Aos companheiros do curso, especialmente à Karoliny e Paula, os sobreviventes do ProfQui, que durante estes anos cederam seus ouvidos para as minhas murmurações e reclamações. A vocês, agradeço o companheirismo e amizade gerada durante todo este período.

A todos os amigos, em especial ao meu grande companheiro Paulo Peixoto (in memoriam) que me ajudou por demais na compreensão sobre os museus e na importância destes espaços.

A todos do Colégio Castro Alves, que me auxiliaram de inúmeras formas nesta nova conquista pessoal e profissional.

E por último, mas não menos importante, meus sinceros agradecimentos à minha família, pelo amor, incentivo, força e apoio incondicional.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

RESUMO

POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Este trabalho descreve o estudo para determinar as potencialidades que o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, Santa Teresa, ES, possui para o ensino de Química, na perspectiva da alfabetização científica. Objetivou-se, caracterizar o Museu de Biologia Professor Mello Leitão como um espaço de educação não formal que promova o Ensino de Química; verificar a percepção de professores de Química quanto ao uso destes espaços para o ensino de Química, visando a promoção da alfabetização científica; desenvolver e validar um guia como produto educacional contendo sugestões de abordagens para o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, proporcionando alfabetização científica e; investigar uma aula com alunos do Ensino Médio baseada nas propostas do guia didático. Sendo uma pesquisa qualitativa de estudo de caso, foram planejadas previamente as abordagens de Química dentro do espaço do museu e elaborado um produto educacional chamado “Tem Química no museu? Guia didático para o ensino de Química no Museu de Biologia Mello Leitão”. Foram utilizados questionários como instrumentos para a coleta de dados. Os resultados dos questionários aplicados aos professores indicam que, mesmo sendo um grupo experiente, frequentadores de espaços científicos e culturais, que sabem da importância de desenvolverem alfabetização científica e de utilizarem espaços não formais para o ensino, não costumam propor atividades de ensino de Química em museus e outros espaços. São poucas ações desenvolvidas para o ensino de Química, com foco na alfabetização científica em museus de Ciências, o que justificam e valorizam as pesquisas feitas nesta área. O guia didático passou por duas validações por pares, indicando que o guia apresenta grande

potencial para o ensino de Química no museu e para a promoção da alfabetização científica. Devido à pandemia de Covid-19, as aulas presenciais nas escolas foram suspensas, o que impossibilitou uma ida presencial ao museu. Após novos planejamentos e adequações, optou-se por uma 'visita virtual' que ocorreu durante as aulas remotas regulares, com a aplicação de questionários antes e após a visita. Os resultados obtidos a partir da análise destes questionários mostraram que este modelo de visita permitiu que muitos conhecessem o espaço e identificassem diversas informações químicas e científicas. Por fim, vimos que o produto educacional apresenta uma versatilidade para seu uso, sendo ele usado nas mediações presenciais no museu ou à distância, em aulas remotas. Acreditamos que esta pesquisa contribui significativamente à área do Ensino de Química em espaços de educação não formal e na promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio.

Palavras-chave: Ensino de Química. Alfabetização científica. Espaços não formais. Museus. Museu de Ciências.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

ABSTRACT

EDUCATIONAL POTENTIALS OF MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO FOR TEACHING CHEMISTRY FROM THE PERSPECTIVE OF SCIENTIFIC LITERACY

This work describes the study to determine the potential that the Professor Mello Leitão Biology Museum, Santa Teresa, ES, has for teaching Chemistry, from the perspective of scientific literacy. The objective was to characterize the Professor Mello Leitão Biology Museum as a non-formal education space that promotes the Teaching of Chemistry; verify the perception of Chemistry teachers regarding the use of these spaces for teaching Chemistry, aiming at the promotion of scientific literacy; develop and validate a guide as an educational product containing suggestions for approaches to Teaching Chemistry at the Professor Mello Leitão Biology Museum, providing scientific literacy and; investigate a class with high school students based on the didactic guide's proposals. As a qualitative case study research, Chemistry approaches within the museum space were previously planned and an educational product called "Has Chemistry in the museum? Didactic guide for teaching Chemistry at the Mello Leitão Biology Museum ". Questionnaires were used as instruments for data collection. The results of the questionnaires applied to teachers indicate that, even though they are an experienced group, people who frequent scientific and cultural spaces, who know the importance of developing scientific literacy and of using non-formal spaces for teaching, do not usually propose teaching activities in Chemistry in museums and other spaces. There are few actions developed for the teaching of Chemistry, with a focus on scientific literacy in Science museums, which justify and value the research done in this area. The didactic guide went through two validations by peers, indicating that the guide has great potential for teaching Chemistry in the museum and for promoting scientific literacy. Due to the Covid-19 pandemic, face-to-

face classes at schools were suspended, making it impossible to go to the museum in person. After new planning and adjustments, we opted for a 'virtual visit' that took place during regular remote classes, with the application of questionnaires before and after the visit. The results obtained from the analysis of these questionnaires showed that this model of visit allowed many to get to know the space and identify various chemical and scientific information. Finally, we saw that the educational product has a versatility for its use, being used in face-to-face mediations at the museum or at a distance, in remote classes. We believe that this research contributes significantly to the area of Chemistry Teaching in spaces of non-formal education and in the promotion of scientific literacy of high school students.

Keywords: Chemistry teaching. Scientific literacy. Non-formal spaces. Science Museum.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Opinião dos professores sobre alfabetização científica.....	73
Tabela 2 - Resultado da 1ª etapa de validação entre pares referente ao guia didático.....	93
Tabela 3 - Resultado da 2ª etapa de validação entre pares referente ao guia didático.....	95
Tabela 4 – Opinião dos alunos (%) referentes as respostas dadas sobre a aula que seria feita no MBML.....	101
Tabela 5 - Respostas dos alunos referente ao que acharam de cada espaço visitado no MBML.....	104
Tabela 6 – Opinião dos alunos (%) referentes as respostas dadas sobre a aula que foi feita no MBML.....	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tempo médio de atuação dos professores no magistério.....	72
Gráfico 2 – Grau de concordância quanto à afirmação "Espaços não formais, como museus, praças, parques auxiliam o professor em sua prática docente".....	75
Gráfico 3 - Respostas para a pergunta “Conhecendo o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ele apresente potencial para ensinar Química?”.....	77
Gráfico 4 – Respostas dadas pelos alunos para a questão “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que acha da nossa visita ser virtual ao invés de presencial?”	102
Gráfico 5 – Gráfico indicativo ao espaço visitado onde tiveram mais informações científicas.....	105
Gráfico 6 – Respostas dadas pelos alunos para a questão “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que ACHOU da nossa visita virtual no museu ao invés de presencial?”.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista dos artigos relevantes encontrados no portal de periódicos da Capes/MEC usando como descritivos ‘Museus’ e ‘Química’.....	21
Quadro 2 – Lista dos trabalhos encontrados no Catálogo de Tese e dissertações da Capes.....	22
Quadro 3 – Lista de museus no Estado do Espírito Santo com potencialidades para o Ensino de Química.....	23
Quadro 4 – Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica.....	39
Quadro 5 – Indicadores da Alfabetização Científica e seus atributos.....	40
Quadro 6 – Características e exemplos dos diferentes tipos de corrosão	52
Quadro 7 – Caracterização das estruturas proteicas.....	57
Quadro 8 – Pontos escolhidos dentro do MBML, as abordagens de Química associados ao ponto e as propostas de contextualização.....	67
Quadro 9 - Justificativas de alguns professores de não utilizarem espaços não formais em sua prática docente.....	76
Quadro 10 – Pontos de visita mediada do MBML, a porcentagem de indicação destes pontos pelos professores e algumas das sugestões de conteúdos de Química para cada local.....	78
Quadro 11 - Resumo da ‘visita virtual’ ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão.....	98
Quadro 12 - Justificativas de alguns alunos quanto à visita virtual ao MBML.....	103
Quadro 13 - Justificativas de alguns alunos quanto à escolha na questão “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que ACHOU da nossa visita virtual no museu ao invés de presencial?”.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área externa do Museu de Biologia Professor Mello.....	41
Figura 2 – Casa Augusto Ruschi, serpentário e jardim rupestre, espaços do MBML.....	43
Figura 3 - Gota de água formada na superfície de uma folha.....	48
Figura 4 - Fórmulas estruturais da Adenina, Guanina e do Ácido Úrico.....	50
Figura 5 - A neutralização do ácido úrico.....	50
Figura 6 - Sequência das reações de oxirredução para a formação da ferrugem.....	53
Figura 7 - Detalhes da ferrugem no canhão de guerra, no MBML.....	53
Figura 8 - Estrutura da glicose, frutose e da sacarose.....	55
Figura 9 - Seis dos vinte aminoácidos que formam as proteínas.....	56
Figura 10 - Formação de uma ligação peptídica.....	57
Figura 11 – Níveis de organização estrutural da hemoglobina humana.....	58
Figura 12 - Representação tridimensional da crotoxina.....	58
Figura 13 – Síntese do poliuretano.....	59
Figura 14 – Aves taxidermizadas em exposição no MBML.....	60
Figura 15 - Reação de formação do poliéster.....	61
Figura 16 – Representação estrutural da clorofila.....	62
Figura 17 - Mapa ilustrativo do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, com indicação dos principais pontos de parada na visita mediada.....	66
Figura 18 – Indicadores da Alfabetização Científica e seus atributos.....	71
Figura 19 - Capa do guia didático ‘Tem Química no museu?’.....	80
Figura 20 - Exemplo da organização e disposição das propostas didáticas no guia.....	81
Figura 21 – Perfil do “Tem Química no Museu?” no Instagram.....	82
Figura 22 – Vista do auditório do MBML.....	83
Figura 23 – Canhão de guerra com detalhe para sua oxidação.....	84
Figura 24 – Vista lateral do viveiro das aves.....	85
Figura 25 – Corredor do serpentário.....	86
Figura 26 – Bebedouros de beija-flores no ponto de observação.....	87
Figura 27 – Aves taxidermizadas expostas no pavilhão.....	88
Figura 28 – Parte da vegetação dentro do MBML.....	90
Figura 29 – Casa das epífitas e jardim rupestre.....	91
Figura 30 – Momento ‘Se a escola não vai ao museu’ das aulas remotas.....	98
Figura 31 – Momentos da ‘visita virtual’ feita no museu com os alunos.....	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVO	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3 REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 ESTADO DA ARTE	21
3.2 ENSINO DE QUÍMICA EM MUSEU: DIÁLOGOS COM AS PESQUISAS ATUAIS	26
3.3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
3.3.1 Sobre os espaços de educação não formal e o ensino de Química nos museus de Ciências	30
3.3.2 As características da Alfabetização Científica	36
3.3.3 O Museu de Biologia Professor Mello Leitão e suas potencialidades educativas	41
3.3.4 Potencialidades do Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão	45
3.3.4.1 Solubilidade, solventes e soluções aquosas	46
3.3.4.2 Teorias ácido-base	49
3.3.4.3 Corrosão.....	51
3.3.4.4 Bioquímica.....	54
3.3.4.4.1 Carboidratos	54
3.3.4.4.2 Proteínas	56
3.3.4.4.3 Polímeros e plásticos	59
3.3.4.5 Apontamentos sobre a fotossíntese e a Mata Atlântica.....	61
4 METODOLOGIA	64
4.1 O ESTUDO	64
4.2 LOCAL DA PESQUISA, PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE ATIVIDADES .	65
4.3 ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	67
4.4 SUJEITOS DA PESQUISA E COLETA DOS DADOS	69
4.4.1 Professores	69
4.4.2 Alunos	70
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
5.1 QUESTIONÁRIO COM OS PROFESSORES.....	72
5.1.1 Questões sobre a alfabetização científica	73
5.1.2 Questões sobre espaços não formais de educação.....	75
5.1.3 Questões sobre o Museu de Biologia Professor Mello Leitão e o ensino de Química	77
5.1.4 Considerações a serem feitas a partir do questionário com professores	79
5.2 PRODUTO EDUCACIONAL	80
5.2.1 ‘Tem Química no museu?’	80

5.2.2 Abordagem de Química no ‘Tem Química no museu?’	83
5.2.2.1 Auditório do MBML	83
5.2.2.2 Canhão de guerra	84
5.2.2.3 Viveiro das aves	84
5.2.2.4 Serpentário	85
5.2.2.5 Ponto de observação dos colibris	87
5.2.2.6 Pavilhão de ornitologia	88
5.2.2.7 A mata	89
5.2.2.8 Casa das epífitas e jardim rupestre	90
5.2.2.9 Considerações a serem feitas sobre as propostas de ensino presentes no guia.....	91
5.2.3 Validação do produto didático.....	93
5.3 APLICAÇÃO DO PRODUTO DIDÁTICO	96
5.4 QUESTIONÁRIO COM OS ALUNOS	100
5.4.1 Questionário pré-visita.....	101
5.4.2 Questionário pós-visita.....	103
5.4.3 Considerações a serem feitas sobre a visita virtual ao museu	107
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
REFERÊNCIAS.....	113
ANEXOS	124
ANEXO 1 - Ofício do Instituto Nacional da Mata Atlântica autorizando a realização da pesquisa	125
ANEXO 2 - Declaração do Colégio Castro Alves autorizando a realização da pesquisa.....	127
ANEXO 3 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo.....	128
APÊNDICES	131
APÊNDICE 1 - Instrumento de validação do Guia Didático	132
APÊNDICE 2 - Termo de consentimento livre e esclarecido e questionário para os professores.....	135
APÊNDICE 3 – Termo de consentimento livre e esclarecido para os maiores	140
APÊNDICE 4 – Termo de consentimento livre e esclarecido para os responsáveis	141
APÊNDICE 5 – Termo de assentimento livre e esclarecido	142
APÊNDICE 6 – Questionário aplicado anteriormente a visita	143
APÊNDICE 7 – Questionário aplicado posteriormente a visita	145
APÊNDICE 8 – Produto Educacional “Tem Química no museu? Guia didático para o ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão”	147

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de práticas educacionais fora do espaço escolar tradicional são vistas como atividades potencialmente motivadoras para os alunos, principalmente porque desloca o ambiente de aprendizagem da sala de aula para eventos, processos e produtos que estejam voltados à difusão da Ciência, como museus e exposições científicas, peças de teatro, programas de televisão, filmes e documentários, textos de divulgação científica e tecnológica, dentre tantos outros (MARQUES; MARANDINO, 2018).

Com relação ao ensino de Química, os museus e centros de Ciências permitem estimular e motivar os alunos e/ou seus visitantes à aprendizagem com relação aos conteúdos químicos presentes nesses ambientes enquanto, por outro lado, possibilitam tanto a divulgação e popularização desta ciência em particular (MORI; KASSEBOEHMER, 2019).

É neste contexto que os museus têm despertado interesse de pesquisadores no desenvolvimento de atividades de divulgação científica e na elaboração de novas práticas educacionais para o ensino de Química; ainda assim, a Química encontra-se pouco presente nestes espaços (STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018).

Ao realizar uma retrospectiva da minha carreira estudantil e profissional, as lembranças que tenho das aulas de Ciências no 1º Grau e de Biologia, Física e Química no Ensino Médio são de aulas bem comuns e simples, desenvolvidas sempre nas salas tradicionais, com aulas meramente expositivas, sem promoção de questionamentos e de curiosidade inerentes às Ciências.

Em 1996 iniciei o curso de Ciências Biológicas e, mesmo descobrindo pouca afinidade com o curso (tanto que não o concluí), as aulas práticas e as aulas de campo em parques, museus, matas e praias, tornaram-se fatores de motivação para continuar estudando. Mesmo sem nenhuma experiência, neste mesmo ano iniciei também a docência, como professor de Ciências do Ensino Fundamental, onde percebi a paixão

que possuía pela Licenciatura e pelas Ciências; mesmo com toda a dificuldade apresentada pela classe, nunca deixei de gostar da profissão.

Em função disso fiz o curso de Licenciatura em Química, nunca deixando a prática docente. Com o passar nos anos, pude experimentar diversas dificuldades em sala de aula, como a desmotivação e desinteresse dos alunos. Entretanto, as aulas práticas e as de campo sempre modificavam esse comportamento, motivando não somente os alunos, mas a mim também.

Pessoalmente, a visitação a museus e exposições, dos mais diversos tipos, tornou-se hábito mais recente, e nesse tipo de ambiente não formal de aprendizagem eu sempre tentei relacionar o que nos é exposto com o que ensino tradicionalmente na escola. As aulas de campo com turmas a museus, quando possível, tornaram-se prática rotineira, tanto para as minhas aulas, como para diversas atividades interdisciplinares, com professores de História, Artes, Geografia e Biologia.

Em 2017, iniciei uma pós-graduação em educação, onde conheci uma linha do ensino de Ciências chamada 'Alfabetização Científica', que dentre outras coisas, promove espaços não escolares como locais para a aprendizagem científica. Num momento onde recursos para a educação e para a manutenção de ambientes como os museus são escassos, é importante a valorização do ensino em espaços de educação não formal como estes.

Já em 2018 ingressei no programa de mestrado profissional em Química em rede nacional – Profqui – oferecido pelo Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, que me permitiu aprofundar e me interessar no desenvolvimento de atividades para o ensino de Química em espaços educacionais não formais. Portanto, a questão inicialmente proposta como problema para este trabalho foi: **os museus de Ciências, enquanto espaços de educação não formal seriam, também, um espaço para a educação formal no contexto do Ensino de Química?**

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar as potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Potencializar o Museu de Biologia Professor Mello Leitão como um espaço de educação não formal que promova a educação formal no contexto do Ensino de Química;
- Verificar a percepção de professores de Química quanto ao uso de espaços de educação não formais para o ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica;
- Desenvolver e validar um guia com sugestões de mediações para o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, na perspectiva da alfabetização científica, como produto educacional;
- Investigar uma visita mediada com alunos do ensino médio baseada nas propostas do guia didático.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ESTADO DA ARTE

Na busca por um ‘objeto’ de pesquisa, por um espaço que permitiria estudos que pudessem trazer respostas para a questão proposta, foram feitas pesquisas na busca por publicações nas mais diferentes bases de consulta.

A pesquisa, inicialmente feita no portal de periódicos da Capes/MEC¹ foi simples, usando como descritores ‘Museus’ e ‘Química’. Tendo como filtros os últimos 10 anos de artigos publicados, apareceram 65 opções de artigos publicados em periódicos. Ao ler o resumo/abstract dos artigos percebe-se que nem todos os trabalhos relacionavam a Química com museus. O quadro 1 indica os artigos que relacionavam a Química com museus encontrados dentre os 65.

Quadro 1 – Lista dos artigos relevantes encontrados no portal de periódicos da Capes/MEC usando como descritivos ‘Museus’ e ‘Química’

Número	Título	Autores	Ano de publicação
01	Estratégias para a inserção de Museus de Ciências no estágio supervisionado em Ensino de Química	Mori e Kasseboehmer	2019
02	O espaço da química nos centros e museus de ciências brasileiros	Steola e Kasseboehmer	2018
03	A Química em espaços de educação não formal: uma análise dos Museus de Ciências da região Sul do Brasil	Frohlich e Silva	2017
04	The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training	Monteiro <i>et al.</i>	2016
05	Arte e ciência: possibilidades de reaproximações na contemporaneidade	Da Silva e Neves	2015
06	Visitas guiadas ao Museu Nacional: interações e impressões de estudantes da Educação Básica	Oliveira <i>et al.</i>	2014

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Nova busca foi feita, nos mesmos parâmetros anteriores porém, desta vez, substituindo o descritor ‘Química’ por ‘Ensino de Química’: 34 artigos são sugeridos e ao ler os resumos/abstract dos artigos apenas dois relacionam o ensino de Química

¹ periodicos.capes.gov.br; acesso em 26 de novembro de 2018 e atualizada em 09 de janeiro de 2020

dentro destes espaços – os dois já apareceram na pesquisa anterior (artigos 01 e 06). Este resultado não reflete, de imediato, um número baixo de pesquisas nesta área mas indica um número baixo de publicações relacionando ‘Museus’ e ‘Química/Ensino de Química’.

Partimos, então, para verificação de pesquisas desenvolvidas na área; foi feita uma busca semelhante à anterior, no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes², utilizando os seguintes descritivos:

- Busca por ‘Museus’ (1817 resultados);
- Dissertações de mestrado, de mestrado profissional e teses de doutorado (1785 resultados);
- Período de 2010 a 2019 (1279 resultados);
- Grande área: Conhecimento de Ciências Exatas e da Terra (30 resultados);
- Área de conhecimento: Química;

A partir desta sequência de filtros foram obtidos apenas 5 trabalhos, dentre dissertações e teses sendo que somente um foi indicado como da área de Ensino de Química (artigo 05). O quadro 2 traz uma lista com os trabalhos encontrados nesta pesquisa.

Quadro 2 – Lista dos trabalhos encontrados no Catálogo de Tese e dissertações da Capes

Número	Título	Tipo de trabalho – Autor	Ano de publicação
01	Produção de maquete museal para divulgação de uma pesquisa do Instituto de Química de São Carlos e avaliação da motivação para o aprendizado em química	Dissertação – Ana Carolina da Silva Steola	2019
02 ³	Impacto da composição química de microambientes em bens culturais: reatividade e monitoramento	Tese – Thiago Sevilhano Puglieri	2015
03	Experimentação no ensino de química: contribuições do projeto experimentoteca para a prática e para a formação docente	Tese – Rafael Cava Mori	2014

² catalogodeteses.capes.gov.br; acesso em 26 de novembro de 2018 e atualizada em 09 de janeiro de 2020

³ A tese de número 02 não se encontrava anexada na plataforma Sucupira como as outras, mas na Biblioteca Digital da USP, disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-20072015-140812/pt-br.php>. Acesso em 26 de novembro de 2018 e atualizada em 09 de janeiro de 2020.

04	O museu de ciências como promotor da motivação: lembranças do público do setor de química do CDCC/USP	Tese – Mara Eugênio Ruggiero de Guzzi	2014
05	O uso das tecnologias da informação e comunicação nas visitas escolares do centro de ciências de Araraquara: análise sobre a gincana tecnológica e investigativa de química	Dissertação - José Antônio Maruyama	2013

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

É perceptível o baixo número de publicações e de pesquisas feitas que relacionam os museus com o Ensino de Química no Brasil, o que pode indicar certo desinteresse, por parte de pesquisadores ou destes espaços, no desenvolvimento de atividades nessa área. De imediato, esta constatação torna-se uma das principais justificativas desta pesquisa.

A partir destas evidências, a pesquisa encaminhou-se para a verificação dos museus existentes no estado do Espírito Santo que possuíam potencial para o Ensino de Química. Para isso, foi utilizada a plataforma de informações sobre os museus brasileiros Museusbr⁴. Esta rede nacional de identificação de museus permite, dentre outras coisas, verificar localizações de museus por todo o país, para todos os gostos e interesses.

A busca na plataforma foi feita a partir dos descritores 'Estado: Espírito Santo' e 'Temática: Ciências exatas, da terra, biológicas e da saúde', resultando em 15 locais, que são identificados e descritos no quadro 3. Como a plataforma é colaborativa, qualquer pessoa pode inserir as informações sobre os museus. Por isso algumas descrições apresentam-se de forma bem simples.

Quadro 3 – Lista de museus no Estado do Espírito Santo com potencialidades para o Ensino de Química

Número	Nome	Descrição Curta
01	Museu Aberto das Tartarugas Marinhas - Vitória	Inaugurado em novembro de 2012, tem gestão compartilhada do Parque Municipal Ilha do Papagaio entre a Prefeitura Municipal de Vitória e a Fundação Pró-Tamar. Realiza atividades de educação e sensibilização ambiental com crianças e adultos.

⁴ <http://museus.cultura.gov.br>; acesso em 29 novembro de 2018

02	Parque Nacional do Caparaó	Localizado na Serra do Caparaó, na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, o Parque Nacional do Caparaó é um dos destinos mais procurados pelos adeptos do montanhismo no Brasil. Abriga o terceiro ponto mais alto do País, o Pico da Bandeira, com 2.892 metros de altitude.
03	Museu de Biologia Professor Mello Leitão - Santa Teresa	Biologia.
04	Museu Aberto das Tartarugas Marinhas - São Mateus	Tartarugas Marinhas.
05	Parque Estadual Paulo César Vinha - Guarapari	Com o intuito de preservar uma faixa contínua de restinga, um dos ecossistemas mais ameaçados da Mata Atlântica, foi criado pelo decreto nº 2.993-N de 1990, com a denominação inicial de Parque de Setiba. Por meio da Lei nº 4.903 de 94, passou a ser denominado Parque Estadual Paulo César Vinha, em homenagem ao biólogo Paulo César Vinha, morto em 1993, por atuar contra a extração de areia na região.
06	Parque Estadual da Fonte Grande - Vitória	Situado no Maciço Central da Ilha de Vitória, o Parque Estadual da Fonte Grande contrasta com a agitação da metrópole e é um convite para quem deseja relaxar apreciando a natureza. Na capital, o parque é a última área contígua de grande porte com vegetação característica de encostas da Mata Atlântica.
07	Planetário de Vitória - Vitória	O projeto de criação do Planetário de Vitória teve sua origem nos primeiros anos da década iniciada em 1980, quando, pela primeira vez, a Associação Astronômica Galileu Galilei (AAGG), uma associação de astrônomos amadores, sediada em Vitória, ES, apresentou à Prefeitura Municipal de Vitória (PMV) uma proposta de aquisição, pela Prefeitura, de um projetor planetário e sua instalação no Município.
08	Parque Estadual de Itaúnas - Conceição da Barra	Parque Estadual.
09	Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça - Alegre e Ibitirama	O Parque Estadual Cachoeira da Fumaça foi instituído oficialmente pelo Decreto Nº 2.220/2009, apesar da sua conservação ter iniciado década de 1980, com a desapropriação das primeiras áreas.
10	Museu de Ciências da Vida - Vitória	Dedicado à difusão e popularização da ciência relativa ao Corpo Humano.
11	Parque Estadual de Mata das Flores - Castelo	Este importante remanescente florestal da Mata Atlântica propicia a formação de um Corredor Ecológico desde suas terras quentes a até as terras mais altas e frias dos Parques Estaduais de Forno Grande e Parque Estadual da Pedra Azul.
12	Núcleo de Ciência - Vitória	O Núcleo de Ciências da Universidade Federal do Espírito Santo surgiu em junho de 1996, com o objetivo de estudar e criar mecanismos de difusão científica.

13	Parque Estadual de Pedra Azul - Domingos Martins	O parque abriga um dos mais importantes cartões postais do Estado, a Pedra Azul, que possui 1.822 metros, além da Pedra das Flores, com 1.909 metros de altitude, e o detalhe interessante é a Pedra do Lagarto unida à Pedra Azul. Ambas podem ser avistadas da BR-262.
14	Monumento Natural dos Pontões Capixabas - Santa Teresa	Unidade de conservação federal gerenciada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, ainda não possui infraestrutura para instalações da sede administrativa própria.
15	Parque Estadual do Forno Grande - Castelo	O relevo é montanhoso com variação altimétrica de 1.600 a 2.039 metros, culminando no Pico do Forno Grande, o grande atrativo da região. Nesta região da serra capixaba, predomina a colonização italiana, que identificava o Pico como uma representação em grande escala dos fornos de assar pães.

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Avaliando a descrição curta dos locais indicados, boa parte são espaços no contexto de unidades e parques estaduais de preservação, que normalmente trabalham com a educação ambiental. Uma pesquisa mais aprofundada permitiria desenvolver estratégias de Ensino de Química nesses ambientes, o que não é o nosso caso: o tempo restrito, os prazos, dentre diversos outros fatores, nos exigem ações mais específicas e práticas para o desenvolvimento deste trabalho.

Portanto, dentre os locais listados sem serem parques, o espaço mais indicado para este projeto foi o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado no município de Santa Teresa, ES. Sua escolha deve-se à sua localização, a sua estrutura – tanto para a pesquisa quando para o ensino – ao potencial para o ensino de Química e de Ciências, para a divulgação científica e para a alfabetização científica que este museu nos oferece pois o mesmo já é um espaço de pesquisa e de ensino, com ênfase na área das Ciências Biológicas.

Fazendo-se, então, nova busca pelas bases de pesquisa já citadas foi observado que:

- no 'periodicos.capes.gov.br', usando os descritores 'Museu de Biologia Professor Mello Leitão', 'Química' e 'Ensino de Química', nos últimos 10 anos de artigos publicados não é listado nenhum artigo que relacione este museu com o Ensino de Química;

- no 'catalogodeteses.capes.gov.br', usando os descritores:

- Busca por 'Museu de Biologia Professor Mello Leitão' (1198689 resultados);
- Dissertações de mestrado, de mestrado profissional e teses de doutorado (1169709 resultados);
- Período de 2010 a 2019 (680070 resultados);
- Grande área: Conhecimento de Ciências Exatas e da Terra (61257 resultados);
- Área de conhecimento: Química (14692);
- Área de concentração: Ensino de Química.

Por mais que sejam sugeridos 35 trabalhos, dentre dissertações e teses – um número superior ao obtido na busca usando o descritor 'Museus' – nenhum deles relaciona, de fato, pesquisas na área de ensino de Química com o Museu de Biologia Professor Mello Leitão.

Esta breve estudo exploratório permitiu concluir que o tema a ser abordado ainda é pouco conhecido e explorado e inédito no museu escolhido para o desenvolvimento dos trabalhos, o que justifica, mais uma vez, sua relevância, sua importância e sua necessidade.

3.2 ENSINO DE QUÍMICA EM MUSEU: DIÁLOGOS COM AS PESQUISAS ATUAIS

Cada vez mais as parcerias entre as escolas e os ambientes não formais de educação são desenvolvidas pois o ensino de Química e o ensino de Ciências não podem ficar restritos, unicamente, ao espaço formal (BRASIL, 2006). Assim, dentre esses ambientes, os museus de Ciências apresentam-se com elevado potencial educativo, capaz de ofertar meios para um complemento curricular, tanto com relação aos conteúdos programáticos quanto em uma perspectiva interdisciplinar e social (PALMIERI; SILVA, 2017).

No Brasil, as principais aproximações entre estas instituições e as escolas ocorrem, principalmente, por iniciativas dos professores ou através de projetos de pesquisa e

extensão desenvolvidos por pesquisadores universitários. As instituições de ensino superior e os museus, nesses projetos, surgem como novos agentes que se colocam em meio às escolas e os espaços culturais, trazendo novas indagações para o campo da pesquisa educacional e novas propostas educacionais (MONTEIRO et al., 2016).

Dito isso, as pesquisas sobre educação em Ciências tornam-se essenciais para fomentar essas parcerias supracitadas. Entretanto, como apontado por Ovigli (2015), mesmo que essas pesquisas tenham aumentado em nosso país nas últimas quatro décadas, a maioria foi defendida na última, indicando que a área em questão se configura como uma temática de pesquisa em destaque e necessária no campo do ensino em Ciências. Outros pesquisadores também indicam este déficit de publicações e de pesquisas (MONTEIRO et al., 2016; PALMIERI; SILVA, 2017; STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018).

Por meio de levantamento bibliográfico, Palmieri e Silva (2017) identificaram e analisaram a presença da Química e suas relações com o ensino de Química nos museus de Ciências a partir da produção em periódicos nacionais – entre 1994 e 2015 foram publicados apenas dois artigos, ambos de 2014 e da mesma autoria – e nos eventos ‘Encontro Nacional de Ensino de Química’, no período compreendido entre 2006 a 2014, e ‘Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências’, de 1997 a 2015 – nos dois eventos foram apresentados apenas onze trabalhos nos períodos indicados, sendo a prática de atividades com promoção ao ensino da Química em museus de Ciências o maior alvo das pesquisas. As autoras sinalizam a carência de pesquisas e a necessidade de reflexão e problematização sobre a temática.

Pode-se dizer o mesmo sobre o ensino de Química em museus, cuja presença é escassa nesses espaços (STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018). A pesquisa feita pelas pesquisadoras indicou que, quando presente, a maior parte das atividades que envolve o ensino de Química volta-se para o apoio à educação formal, principalmente em cursos para professores e estudantes ou em aulas práticas em laboratórios. Além disso, sinalizam também que as principais dificuldades apontadas para criar ou manter um setor de Química nos museus são questões financeiras e/ou de recursos humanos.

Corroborando com as considerações feitas anteriormente, Frohlich e Silva (2017) ao analisarem a presença da Química em museus de Ciências da região sul do Brasil constataram a baixa quantidade de locais e que, quando presentes, estão comumente associadas a apresentações quase que teatrais. Enfatizam que as explicações científicas também precisam ser explicadas ao público em geral – não somente ao escolar.

Em artigo recente, Mori e Kasseboehmer (2019) abordam estratégias para a inserção de museus de Ciências na formação de professores de Química. Baseadas em revisão literária, destacam que (p. 810) “a literatura carece de trabalhos que descrevam e analisem, criteriosamente, as contribuições de diversos espaços não escolares brasileiros para o ensino de Química”. Indicam também que a formação docente não pode se privar da parceria com os museus e centros de Ciências já que estes estão cada vez mais presentes no cotidiano do cidadão.

Ainda assim, são encontrados alguns exemplos no desenvolvimento de ações voltadas à divulgação e ensino de Química em centros e museus de Ciências.

No Museu de Astronomia e Ciências Afins e no Museu da Vida, ambos na Fundação Instituto Oswaldo Cruz, situada na cidade do Rio de Janeiro, Freitas e outros pesquisadores (2010) implementaram oficinas abordando conteúdos de Química em um contexto envolto por práticas cotidianas; dentre outras, a pesquisa constatou a necessidade de se abordar a Química em museus, auxiliando na desmistificação desta ciência ser algo perigoso e prejudicial, utilizando-se de práticas simples e de baixo custo.

Oliveira e colaboradores (2014) analisaram, no Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, aspectos das visitas guiadas de estudantes, procurando estabelecer o museu como um espaço para a elaboração de atividades formais de Química. A pesquisa indica que houve resultados positivos quanto à aprendizagem e ganhos afetivos e cognitivos, além do museu mostrar-se como opção de espaço de aprendizagem que supriria deficiências estruturais existentes, principalmente, na rede pública de ensino.

Mori (2014), em sua tese de doutorado, compila, descreve, analisa e discute as contribuições da Experimentoteca, um projeto do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da Universidade de São Paulo (USP), para a prática e para a formação de professores de Química, apontando possibilidades e orientações para um processo formativo em acordo com uma concepção crítica e transformadora. A Experimentoteca, provendo os estabelecimentos escolares com materiais para o ensino experimental, se confirma como iniciativa de grande relevância para a cidade de São Carlos, São Paulo, e para outros municípios vizinhos.

Guzzi (2014) também desenvolveu sua tese de doutorado no CDCC da USP, a partir de estudos em minicursos oferecidos pelo setor de Química deste centro. Seu objetivo foi estudar o potencial do museu de Ciências em atuar na promoção da motivação, explorando atividades que favoreceriam situações propícias ao envolvimento dos visitantes. Os resultados indicaram que os museus se caracterizam como espaço de educação não formal gerador da motivação, tanto pelo prazer pessoal da experiência neste espaço, quanto pelas atividades que são propostas nestes espaços.

A dissertação de Steola (2019) avalia a forma que uma exposição feita pelo Instituto de Química de São Carlos, da USP, poderia motivar alunos do Ensino Médio a aprender Química e Ciência. A partir da interatividade desta exposição – uma maquete onde o visitante poderia promover uma reação química – e questões problematizadoras, que auxiliaram a discussão do tema pelos alunos, a autora detecta aumento no interesse pela Química pelos alunos. Mais ainda, conclui que o ensino de Química pode e deve ser trabalhado diferentemente da forma tradicional, que deve estar presentes nos centros e museus de Ciências e que, juntamente com a divulgação científica, tornam-se ações importantes para a sociedade e não somente à comunidade escolar e científica.

Em suma, mesmo sendo limitada a quantidade de publicações e de pesquisas feitas na área, pode ser observado um interesse tanto da parte de pesquisadores quanto dos museus no desenvolvimento de atividades que envolvam a Química. Essas atividades englobam simples atividades práticas com alunos até programas de formação, tanto de estudantes de Química quanto a formação continuada de

professores. As possibilidades são inúmeras e possíveis de serem elaboradas e desenvolvidas.

3.3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para esta pesquisa, buscamos referenciais na literatura para nos auxiliar no embasamento e na reflexão sobre a importância do desenvolvimento de atividades educacionais para o ensino de Química em espaços de educação não formal. Os museus e centros de Ciências tornam-se locais propícios para estas atividades, pois são locais com foco na divulgação científica possibilitando, além da aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades que são típicas quando se almeja a Alfabetização Científica.

Portanto, inicialmente iremos classificar os museus de Ciências como espaços de educação não formal discutindo suas potencialidades para a promoção do ensino de Química e, na sequência, caracterizar o processo de Alfabetização Científica e indicar sua importância para o ensino de Química. Por fim, o texto abordará os potenciais educacionais já conhecidos do Museu de Biologia Professor Mello Leitão e as possibilidades existentes neste espaço para se ensinar Química.

3.3.1 Sobre os espaços de educação não formal e o ensino de Química nos museus de Ciências

Para uma melhor compreensão do que é um espaço de educação não formal e, por consequência, o que seriam os museus de Ciências dentro desta definição, é necessário, primeiramente, o entendimento sobre os conceitos dos diferentes tipos de espaços e de educação que são descritos na literatura. Estas definições não se apresentam de forma consensual na área. Marques e Freitas (2017) fizeram uma investigação documental profunda na área de educação não formal, verificando que, mesmo sendo uma área em expansão, de grande relevância e importância, ainda não existe um consenso em sua definição.

A definição de espaço formal de educação é, de acordo com Jacobucci (2008), essencial para se determinar o que seria um espaço não formal. A autora diz que (p. 56):

O espaço formal é o espaço escolar, que está relacionado às Instituições Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior, definidas na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. É a escola, com todas as suas dependências [...] Apesar da definição de que espaço formal de Educação é a escola, o espaço em si não remete à fundamentação teórica e características metodológicas que embasam um determinado tipo de ensino. O espaço formal diz respeito apenas a um local onde a Educação ali realizada é formalizada, garantida por Lei e organizada de acordo com uma padronização nacional.

A autora propõe que espaço não formal seria qualquer local onde ocorra a educação não formal, a partir de uma ação educativa, desde que seja diferente das 'ações escolares', formalizadas e padronizadas a partir de leis que normatizam suas atividades (JACOBUCCI, 2008).

Gohn (2016) define a educação formal como aquela que é desenvolvida nas instituições escolares, com conteúdo selecionado e orientado por leis e normas que regulamentam a elaboração curricular deste espaço; a educação informal seria a que os indivíduos aprendem durante sua vivência em ambientes sociais, como família, bairro, instituições religiosas, amizades, dentre vários outros; por fim, a educação não formal ocorre via processos de compartilhamento de experiências, intermediadas por espaços e ações coletivas cotidianas. Ela é trabalhada de outra forma, quando comparada a educação formal, pois não possui conteúdos obrigatórios, nem tempos padronizados, ela ocorre em ambientes e situações interativas e coletivas, capacitando os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, no mundo.

A educação não formal seria aquela que apresenta a concepção mais abrangente da educação pois é um processo que se situa em diferentes tempos e espaços, quando comparamos à educação formal (MARQUES; MARANDINO, 2018). As autoras afirmam que a educação não formal é uma prática sociocultural de aprendizagem e de geração de saberes que pode ocorrer em diversos espaços sociais, não havendo a necessidade de vínculo direto ao sistema educacional formal.

Gohn (2016) destaca que a metodologia da educação não formal nasce da problematização do que acontece na vida e que os conteúdos surgem “a partir dos temas que se colocam como necessidades, carências, desafios, obstáculos ou ações empreendedoras a serem realizadas [...] são construídos no processo” (p. 64). Portanto, é importante o desenvolvimento de metodologias que sejam reflexos do espaço em questão.

Para este trabalho compactuamos com a concepção de educação não formal defendida por Gohn (2016) pois além de não estar focada em um conteúdo curricular formal, baseia-se na interação coletiva e na problematização para a formação crítica de cidadãos. Os museus de Ciências são, a partir desta definição e das concepções desta pesquisa, espaços de educação não formal que promovem de forma intencional aprendizagens científicas, sejam elas curriculares ou não curriculares, em tempos diferentes dos escolares, com discussões de temáticas sempre contextualizadas e relevantes à vida dos sujeitos, e principalmente, permitem o desenvolvimento de formação cidadã crítica.

A relação entre educação formal e não formal também é destacada por Libâneo quando afirma que:

E educação formal e não formal interpenetram-se constantemente, uma vez que as modalidades de educação não formal não podem prescindir da educação formal (escolar ou não, oficiais ou não), e as de educação formal não podem separar-se da não formal, uma vez que os educandos não são apenas “alunos”, mas participantes das várias esperas da vida social, no trabalho, no sindicato, na política, na cultura etc. Trata-se, pois, sempre, de uma interpenetração entre o escolar e o extraescolar (LIBÂNEO, 2003, P. 95).

Nesta perspectiva de complementaridade da educação formal e não formal, este trabalho busca promover o ensino de química formal no contexto do currículo do ensino médio, a partir de uma visita ao Museu de Biologia Melo Leitão, compreendido como um espaço não escolar com características intrínsecas da educação não formal, entendendo-se, que para isso, deve-se articular as diferentes dinâmicas e características desses dois tipos de educação.

Partindo destas reflexões e sendo, o Museu de Biologia Melo Leitão um espaço de educação não formal caracterizado como um museu de ciências, também se faz

necessário, trazer um debate conceitual sobre esses locais enquanto museus e espaços de divulgação científica.

Em 2009, foi sancionada a lei 11.904, que institui o Estatuto dos Museus. No artigo 1º o documento define que museus seriam quaisquer organizações que:

[...] conservam, investigam, comunicam, interpretam e expõem, para fins de preservação, estudo, pesquisa, educação, contemplação e turismo, conjuntos e coleções de valor histórico, artístico, científico, técnico ou de qualquer outra natureza cultural, abertas ao público, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento (BRASIL, 2009).

Para a classificação de um museu – de História Natural ou de Ciências, por exemplo – é importante considerar o discurso expositivo do espaço em questão: esta especificidade é reflexo do lugar, do tempo, da importância dos objetos e da linguagem. É necessário perceber a narrativa das exposições. Desta forma, Marandino (2009) explana que os museus de Ciências preocupam-se com aspectos pedagógicos e didáticos em suas exposições, assim como vários outros museus, porém ele é mais expressivo na divulgação científica para os mais diversos públicos. Mais ainda, ela caracteriza os museus de Ciência indicando que estes espaços:

[...] passaram a ter não só departamentos voltados a atividades educativas e a pesquisas nessa linha - direcionadas ao maior conhecimento de seus públicos, como suas exposições são elaboradas, muitas vezes, para fins de ensino das ciências. A introdução da interatividade, característica fundamental desses espaços, teve como justificativa as dimensões afetivas e cognitivas como forma de estabelecer relações com o público [...]

Marandino e Ianelli (2012) também destacam que os museus de Ciências são espaços de divulgação científica para diferentes públicos e que, dependendo deste público-alvo ou da forma como as exposições são oferecidas a este público, podemos classificar estes espaços propícios a educação informal, formal e não-formal, dependente do público-alvo. Marandino e colaboradores (2008 apud MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 13) explicam estas diferentes definições sobre os espaços educativos dos museus, a partir da aprendizagem dos sujeitos visitantes:

[...] pode-se considerar um museu um espaço de educação não formal do ponto de vista institucional, mas, sob o olhar do público, ele pode se configurar como educação formal (quando os alunos o visitam para uma atividade altamente estruturada pela escola), ou mesmo como educação informal (considerando um visitante que procura o museu para se divertir). É relevante, assim, especificar quem são os agentes e os sujeitos da ação educativa para caracterizá-la.

Independentemente do tipo de educação que oferece, os museus e centros de Ciências são testemunhas para as gerações das atividades humanas e do seu ambiente, proporcionando desenvolvimento e difusão científica, cultural e educacional da e para a sociedade (SANTOS; CUNHA, 2019).

Particularmente para a educação não formal em Ciências, os museus e centros científicos despontam como espaços fundamentais para este tipo de educação (MARANDINO, 2002). Eles apresentam grande potencial para a aprendizagem do público visitante e, em particular, do público escolar; para os professores, estes espaços funcionariam como ferramentas de melhoria para as suas aulas (FARIA; JACOBUCCI; OLIVEIRA, 2011). A pedagogia própria dos museus costuma incorporar tendências pedagógicas existentes na educação formal, principalmente as do ensino de Ciências enquanto mantém as especificidades da educação não formal que possui (CAZELLI et al, 1999).

Os museus de Ciências podem oferecer diferentes formas de apresentação dos conteúdos científicos mediante situações de interação com objetos e espécimes vivos ou não, através dos mediadores das exposições e, até mesmo, entre os indivíduos ali presentes, por exemplo. Nestes espaços, diversos conceitos científicos e tecnológicos são apresentados de diferentes maneiras, na tentativa de chamar a atenção dos visitantes. Ao explorar esta capacidade dos museus, é possível fazer com que a visitação possa ser considerada uma atividade reflexiva e, em algumas situações, podendo ser considerada uma complementação da educação escolar, em particular para o ensino de Química e para as Ciências em geral (STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018).

Monteiro e colaboradores (2016) afirmam que as principais ações desenvolvidas que associam os museus e as escolas partem ou de iniciativas dos próprios professores, ou dos setores de educação dos próprios museus ou, mesmo que em menor quantidade, de projetos de pesquisa e extensão desenvolvidos por pesquisadores universitários, objetivando aumentar a relação museu-escola.

Entretanto particularmente ao ensino de Química em museus de Ciências, como já foi visto no estado da arte, a quantidade de atividades é baixa ou restrita a experimentos

químicos tratados como espetáculos: foram umas das principais conclusões a que chegaram as pesquisadoras Frohlich e Silva (2017), quando analisaram as exposições de Química em museus de Ciências da região Sul do Brasil. Quanto aos 'espetáculos', as autoras dizem que: “com isso, podemos reforçar alguns estereótipos e concepções equivocadas sobre essa Ciência, no processo de construção de conhecimento e como a comunicamos” (p. 180).

Steola e Kasseboehmer (2018) fizeram um extenso levantamento junto a museus e a centros de Ciências brasileiros para verificar o espaço que a Química possuiria em locais não formais de Educação. Em resumo, elas concluem que (p. 1081):

Os resultados obtidos são semelhantes a alguns dados internacionais que mostram que a Química é escassa em centros e museus de ciências, não ultrapassando o índice de 40%. A maior parte das atividades é voltada para apoio à educação formal com o oferecimento de cursos para professores e estudantes, com a utilização de laboratórios ou a realização de experimentos quando há monitor disponível. Poucos foram os exemplos de exposições criadas para que o público geral possa interagir e aprender sobre a área sem a supervisão de um monitor, como pode ocorrer em outras áreas do conhecimento. As dificuldades apontadas para criar ou manter um setor de Química são principalmente financeiras e de recursos humanos.

Ao estudarem a utilização de museus e centros de Ciências para a formação dos professores de Química, Mori e Kasseboehmer (2019) fazem duas considerações relevantes para essa área. A primeira é que a Química merece uma maior atenção pelos estudiosos e pelos agentes dos museus de Ciências; a segunda é que (p. 805):

[...] há exposições que mesmo não planejadas precipuamente para a divulgação da química, servem a isso. Nelas, não se enfatizam aspectos procedimentais, mas outras questões também relevantes para a aprendizagem do conhecimento químico.

Portanto, essa pesquisa buscou potencializar o Ensino de Química em um museu concebido para a divulgação científica da área da Biologia, buscando temáticas relevantes para a aprendizagem do conhecimento químico, no contexto de um espaço de educação não formal.

3.3.2 As características da Alfabetização Científica

Os avanços científicos e tecnológicos, ao mesmo tempo que garantiram inúmeras conquistas nas mais diversas áreas, vieram acompanhadas de um distanciamento entre o saber científico e o da população em geral. Isso é perceptível na sala de aula onde esta possui dinâmica geralmente baseada na transmissão de conceitos e de teorias muito pouco contextualizadas (MILARÉ; RICHETTI; ALVES FILHO, 2009).

O currículo escolar, segundo Giroux (1997), deve ser construído a partir de uma práxis educacional que combine teoria e prática reflexiva, desenvolvendo competências críticas nos alunos.

Halmenschlager e Delizoicov (2017, p. 306), ao discorrerem sobre a integração curricular e sobre o ensino de Ciências da Natureza, indicam que:

O desafio que se apresenta, portanto, é a articulação da conceituação científica com temas para a proposição dos conteúdos de ensino, diferentemente de uma tradição histórica que considera conteúdos apenas uma seleção de conceitos científicos a serem distribuídos para estudo durante os anos de escolarização.

Pelas últimas décadas, o ensino de Ciências tem sido consolidado como um ativo campo de pesquisa e de grande sistematização teórica, apoiando o planejamento de cursos e de inúmeras atividades didáticas (CARVALHO, 2006). Todas estas ações visam fazer com que os alunos possam gerar conhecimentos significativos não somente a assuntos científicos, mas também ao processo de construção da própria ciência e com a formação do cidadão crítico (SEDANO; CARVALHO, 2017).

Rodrigues e Quadros (2019) afirmam que o ensino de Ciências apresenta resultados significativos quando ele é elaborado a partir de questões sociais importantes e relacionados com aspectos tecnológicos e científicos; sendo assim é (p.2):

[...] esperada a construção de elementos para que os estudantes possam se posicionar criticamente [...] Essa abordagem tem se firmado como uma das tendências de ensino que pode oportunizar o rompimento com o ensino pautado exclusivamente na transmissão de informações do(a) professor(a) para os(as) estudantes, sem uma atenção maior para como essas informações são significadas.

O movimento da alfabetização científica surgiu como resposta a uma necessidade: de que os conhecimentos científicos (ou boa parte destes) estejam disponíveis à população e se manifestem em suas ações individuais e coletivas (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2020).

Teixeira (2013) afirma que o termo alfabetização científica transmite a ideia de que aprender sobre Ciências deva ser algo tão imprescindível quanto aprender a ler e a escrever. No mesmo contexto, Chassot garante que a alfabetização científica permite uma melhor compreensão da Ciência e dos fenômenos estudados por ela, pois a Ciência é uma linguagem: para ele, “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” (CHASSOT, 2003, p. 91).

Um indivíduo alfabetizado cientificamente deve ser capaz de identificar a ‘ciência’, nos mais diversos ambientes, como em jornais, pela TV e internet, em espaços não formais de educação, na natureza, dentre diversos outros. Mais ainda, este indivíduo deve ser capaz de buscar, de interpretar, de avaliar e de utilizar informações científicas para a solução dos seus problemas e para as questões coletivas e/ou sociais. Rocha (2012) afirma que um conhecimento científico, mesmo que básico, permitiria ao cidadão participar ativamente de uma sociedade com modificação científica e tecnológica constante.

A abordagem proposta pela alfabetização científica possui diversos aspectos que conversam com a pedagogia de Paulo Freire; esta surgiu num momento crítico da educação brasileira que possuía altos índices de analfabetismo da população. Paulo Freire proporcionou a alfabetização de adultos a partir de suas realidades, garantindo também a reflexão sobre qual papel cada um exercia na sociedade, gerando um modelo utilizado e seguido por muitos, em diversas partes do planeta (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012; JESUS; SILVA, 2017).

A escola, por ser um espaço formal de ensino-aprendizagem e por promover o ensino de Ciências da Natureza, torna-se um ambiente propício para a promoção da alfabetização científica, com toda a escola contribuindo com a construção de diferentes entendimentos de seus alunos e alunas, oportunizando esta aprendizagem significativa (LOMEU; LOCCA, 2016). A alfabetização científica e a pedagogia de

Paulo Freire buscam a transformação social dos indivíduos a partir de um enfoque crítico da educação oferecida a estes.

Laugksch (2000) apresentou uma revisão conceitual sobre a alfabetização científica e relatou os trabalhos de alguns autores, que buscaram classificar a alfabetização científica, de acordo com a sua finalidade, facilitando assim seu entendimento e a sua promoção.

Ele descreveu uma diferença indicada por Shen (1975), que afirmava três tipos de alfabetização científica: a prática, quando está relacionada com a aquisição do conhecimento científico a ser utilizado na resolução de problemas cotidianos, a cultural, que engloba o conhecimento da natureza das Ciências e a alfabetização científica cívica, que permitiria aos cidadãos opinar em questões de interesse público relacionadas à ciência.

Laugksch também menciona Branscomb (1981), que identificou oito diferentes vertentes da alfabetização científica, estando cada uma relacionada a um contexto específico, como, por exemplo, a dos cientistas profissionais que realizam seu trabalho (alfabetização profissional em ciências), a do cidadão comum entendendo e lidando com os fenômenos naturais da vida cotidiana (alfabetização científica universal) e a do representante político que toma decisões públicas que exigem uma compreensão de dados científicos ou previsões de consequências prováveis (alfabetização nas ciências políticas). As outras seriam a alfabetização científica metodológica, alfabetização científica tecnológica, alfabetização científica iniciante, alfabetização científica jornalística e a alfabetização nas ciências políticas públicas.

Sasseron e Carvalho (2008) identificaram pontos em comum nas diferentes definições e classificações sobre a alfabetização científica, a partir da revisão feita por Laugksch (2000). As autoras identificaram três blocos de habilidades, que foram denominados de 'Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica', que servem para uma melhor compreensão de como a alfabetização científica se processa e, principalmente, na idealização, elaboração, orientação, análise e execução de propostas de ensino que serão desenvolvidas dentro dessa abordagem. O quadro 4 expõe esses eixos.

Quadro 4 – Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica

1º Eixo	2º Eixo	3º Eixo
Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente

Fonte: (SASSERON; CARVALHO, 2008)

O primeiro eixo indica que as ações desenvolvidas referem-se à compreensão básica da ciência, como o entendimento de terminologias, unidades de medida, leis e teorias, dentre outros, buscando atender necessidades do cotidiano. O segundo, de forma geral, objetiva fazer com que o aluno compreenda como se realiza um investigação científica, levando em conta questões éticas e sociais, além de também fazer compreender como a ciência deve ser feita e avaliada. O terceiro e último eixo justifica o estudo das Ciências quando se deseja a busca de uma sociedade e de um mundo mais sustentável, compreendendo a relação existente entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Um grupo de pesquisadores desenvolveram a ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de Alfabetização Científica” (MARANDINO et al., 2018) que, de acordo com as palavras da autora (p. 6), esta ferramenta:

“foi desenvolvida com o intuito de captar e sistematizar aspectos relacionados às várias dimensões da Alfabetização Científica. Sua finalidade é analisar atividades, materiais educativos, ações, exposições, mídias de educação não formal e comunicação pública da ciência e/ou a participação/interação das diversas audiências com essas ações.”

Ela é composta por um conjunto de quatro indicadores que foram projetados para trazerem informações sobre os processos de Alfabetização Científica, garantindo embasamento para argumentações; cada indicador possui três características próprias chamadas de atributos, embasados nos diversos referenciais teóricos referentes à Alfabetização Científica. O quadro 5 traz os indicadores propostos pelos pesquisadores, uma breve característica do mesmo e os atributos relacionados a eles.

Quadro 5 – Indicadores da Alfabetização Científica e seus atributos

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS	ATRIBUTOS
1. Científico	Este indicador está presente quando uma ação ou o seu resultado junto ao público expressa conceitos científicos, processos e produtos da ciência, incluindo aspectos relacionados à natureza da ciência.	1a. Conhecimentos e conceitos científicos, pesquisas científicas e seus resultados; 1b. Processo de produção de conhecimento científico; 1c. Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento
2. Interface social	Busca evidenciar se as ações e materiais favorecem a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade, relacionadas aos impactos e a participação da sociedade.	2a. Impactos da ciência na sociedade; 2b. Influência da economia e política na ciência; 2c. Influência e participação da sociedade na ciência
3. Institucional	Expressa a dimensão das instituições envolvidas com a produção, divulgação e o fomento da ciência, seus papéis, missões e função social.	3a. Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões; 3b. Instituições financiadoras, seus papéis e missões; 3c. Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição
4. Interação	Possibilita identificar os modos e formatos de interação do público com as ações, buscando entender o potencial das interações do ponto de vista físico, estético-afetivo e cognitivo para a promoção da alfabetização científica.	4a. Interação física; 4b. Interação estético-afetiva; 4c. Interação cognitiva.

Fonte: (MARANDINO et al., 2018)

Promover a alfabetização científica é algo a ser levado em consideração, principalmente ao notarmos a forma como as Ciências são geralmente abordadas em sala de aula, às vezes de forma empobrecida, focada na memorização de fórmulas e conceitos, sem relacioná-la com seu cotidiano, o que pode provocar o desinteresse de muitos estudantes: o ensino das Ciências processa-se pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém foi influenciado, direta ou indiretamente, por algum avanço científico e tecnológico (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Portanto, o ambiente escolar torna-se o principal meio para a promoção da alfabetização científica e para a formação de cidadãos capazes de atuar, efetivamente, em nossa sociedade, principal objetivo da pedagogia de Paulo Freire. A alfabetização científica colabora, então, na formação integral dos educandos, tornando-se parte essencial do currículo escolar das Ciências da Natureza.

3.3.3 O Museu de Biologia Professor Mello Leitão e suas potencialidades educativas

O Museu de Biologia Professor Mello Leitão – MBML – sediado na cidade de Santa Teresa, Espírito Santo, foi fundado pelo naturalista Augusto Ruschi em 1949. De acordo com as palavras do fundador (RUSCHI, 1984, p. 3) “o museu foi criado com o objetivo e a finalidade de desenvolver pesquisas científicas-biológicas, particularmente na região espirito-santense”.

O museu – figura 1 – permaneceu como organização não governamental até 1984, quando foi incorporado ao Governo Federal por intermédio da então Fundação Nacional Pró-Memória, sendo posteriormente incorporado ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e em seguida ao Instituto Brasileiro de Museus, ambos vinculados ao Ministério da Cultura (SAMBIO, 2012).

Figura 1 – Área externa do Museu de Biologia Professor Mello Leitão.



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Desde então, diversos cientistas e ambientalistas buscavam a transferência do museu para o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), alegando que ele só poderia desenvolver toda a sua potencialidade como um instituto de pesquisas se estivesse vinculado ao MCTI. Em 2014 a lei nº 12.954 foi sancionada pela presidência da República que, dentre outras medidas, transferia o MBML para o MCTI, incorporando-o ao recém criado Instituto Nacional da Mata Atlântica, o INMA (BRASIL, 2014).

O INMA tornou-se, então, a principal referência sobre a biodiversidade capixaba⁵ com as suas coleções sendo importante fonte material para o desenvolvimento de pesquisas sobre este assunto. Desde sua fundação, editam o periódico “Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão”, divulgando os resultados de pesquisas científicas realizado pelo instituto. Por seu acervo e pela sua localização, além de apresentar uma ampla coleção de espécimes da flora e da fauna desse bioma e de possuir uma biblioteca muito diversificada, voltada principalmente à ecologia e botânica, o INMA tem apoiado cientistas de diversas nacionalidades em estudos sobre a diversidade, a ecologia e a conservação da Mata Atlântica.

Mais ainda, o Museu de Biologia Professor Mello Leitão desenvolve um programa educativo direcionado a visitantes e escolas, com pontos de visitação e observação específicos dentro do espaço do museu, focado principalmente na educação ambiental e na conservação da Mata Atlântica. De acordo com o INMA, o MBML recebe cerca de 80.000 visitantes por ano, principalmente por alunos do ensino fundamental e médio, de terça a domingo, das 8 as 17 horas (INMA, [s.d.]). Em 2013, a Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo recebeu e registrou 28 pedidos de escolas para transporte de alunos até o MBML, sendo o segundo espaço de educação não formal mais procurado pelos professores da rede estadual (NASCIMENTO; ROLDI; CARVALHO, 2019).

Para o público escolar, a principal atividade oferecida pelo MBML são as visitas mediadas, cujo roteiro utilizado e a duração do passeio podem variar de acordo com a faixa etária do grupo ou com o assunto a ser abordado, permitindo inclusive visitas técnicas. Este roteiro utiliza pontos localizados dentro do espaço do museu para a discussão de tópicos específicos com o grupo visitante.

Durante o caminho, o visitante percorre um trecho dentro da Mata Atlântica. Este bioma apresenta floresta densa e verde, com temperaturas médias entre 22 e 25°C e com uma enorme diversidade de espécies, fazendo com que a Mata Atlântica fosse considerada um dos principais pontos de biodiversidade do planeta (COLOMBO; JOLY, 2010). É interessante destacar que o MBML possui, aproximadamente, 77 mil

⁵ Adjetivo pátrio, que pode ser utilizado para qualquer coisa relativa ao Estado do Espírito Santo

metros quadrados de área, com boa parte desta coberta por essa vegetação, localizado praticamente na região central da cidade.

O visitante pode observar esta vegetação bem de perto, diversas aves, primatas e insetos e aproveitar algumas das construções existentes para ver exposições permanentes – serpentário e jardim rupestre, por exemplo – e para a observação de beija flores – Casa Augusto Ruschi (figura 2). Além disso, existem diversas ações oferecidas pelo INMA que também atendem à comunidade escolar, como palestras, feiras, exposições temporárias, dentre outros atrativos.

Figura 2 – Casa Augusto Ruschi, serpentário e jardim rupestre, espaços do MBML.



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Considerando o Museu de Biologia Professor Mello Leitão como um espaço para a educação não formal, algumas pesquisas já foram desenvolvidas neste local para a utilização de seu espaço como ambiente para o ensino de Ciências.

Rocon (2017) investigou possíveis contribuições das visitas mediadas que ocorrem no MBML para a formação das concepções de ambiente e museu, o que impacta diretamente o ensino de Ciências no Ensino Fundamental, buscando fortalecer a relação museu-escola. Através de uma pesquisa qualitativa, os dados foram coletados por meio de um roteiro de campo, um diário de campo, questionários aplicados aos alunos e registros fotográficos, que serviram de instrumentos colaborativos e essenciais para a observação e o registro de informações. Como produto educacional fruto desta pesquisa, Rocon e Campos (2017) escreveram o “Vamos ao museu

aprender Ciências? Um guia didático para visitas ao Instituto Nacional da Mata Atlântica”, com público para professores de Ciências do 6º Ano do Ensino Fundamental, auxiliando-os na concepção sobre o meio ambiente, servindo de base de diferentes temáticas e atividades.

Roldi (2017) analisou aspectos do ensino de Ciências por investigação existentes nas visitas monitoradas no MBML, sendo constatada a possibilidade de integrar o ensino por investigação à prática da mediação em museus, evidenciando a possibilidade de o NBML/INMA se tornar um espaço onde o ensino de Biologia da educação básica possa ser facilitado com o desenvolvimento de atividades investigativas. Em decorrência disso, foi elaborado um guia intitulado “A escola vai ao museu: proposta investigativa para o Ensino de Biologia no Instituto Nacional da Mata Atlântica” (ROLDI; SILVA, 2017) com propostas investigativas a serem utilizadas para o Ensino de Biologia tanto por professores quanto pelos mediadores do MBML, abordando questões de Botânica, Ecologia, Evolução, dentre outros.

Amado e Gilles (2019) organizaram um guia com diversas sequências didáticas interdisciplinares em espaços no estado do Espírito Santo com potencial educativo e indicaram o MBML/INMA como um destes espaços. Nascimento, Roldi e Carvalho (2019), dentro do guia proposto por Amado e Gilles, propõem uma sequência intitulada “Redescobrimo a Mata Atlântica”, tendo como público alvo a 1ª série do Ensino Médio. Dentre diversas atividades, sugerem aulas expositivas dialogadas sobre Mata Atlântica, estabelecendo interdisciplinaridade com as disciplinas de Ciências/Biologia, Geografia, História e Arte, além de uma visita guiada ao MBML/INMA que serviriam de embasamento para a produção de documentários em vídeo produzidos pelos alunos.

Como descrito anteriormente (item 3.1), nos últimos 10 anos não foram feitas pesquisas e nem artigos publicados na área de ensino de Química desenvolvidos no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, mesmo tendo este espaço de educação não formal um grande potencial para pesquisas nessa área. É necessário explorar cada vez mais este potencial do MBML/INMA, tanto como um grande centro de pesquisas na área das Ciências Biológicas e Ambientais do estado do Espírito Santo, quanto um espaço de educação não formal para o ensino de Química e das outras

Ciências da Natureza. Este trabalho vem somar a todos os outros já desenvolvidos no MBML, valorizando-o e permitindo que professores de Química e, por que não, das Ciências Naturais, possam desenvolver o ensino de Química neste importante espaço de educação não formal do estado do Espírito Santo.

3.3.4 Potencialidades do Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão

O Museu de Biologia Professor Mello Leitão é um espaço organizado para que seus visitantes possam, dentre outras coisas, contemplar e compreender a importância da Mata Atlântica. Assim, podemos afirmar que seu foco educacional está, prioritariamente, no ensino da Biologia, já que contém diversas espécies animais e vegetais em exposição dentro de sua área e, também, na educação ambiental focando na preservação destas espécies e de todo o bioma típico deste ecossistema.

Inserir o ensino de Química neste contexto descrito anteriormente pode parecer algo complexo; para tanto, torna-se fundamental conhecer o espaço e suas possibilidades educacionais, relacionando-as com o nível escolar em que se pretende desenvolver e aplicar as propostas didáticas. O professor de Química tem que, além de abordar o universo químico, com seus peculiares conceitos e metodologias, possibilitar que seus alunos despertem interesse e participação nestes ambientes. Atividades em espaços de educação não formal, como os museus de Ciências, podem permitir a aprendizagem de Química de forma significativa, fugindo do aspecto tradicional e formal existente nas salas de aula (PALMIERI; SILVA, 2017).

Para tanto, a problematização e a contextualização tornam-se boas estratégias para se desenvolver abordagens sobre a Química em espaços como museus, pois permitem o diálogo, a comunicação e a associação com o cotidiano permitindo, também, a formação de indivíduos reflexivos, comunicativos e capazes de compartilhar diversas ideias sobre o meio em que vivem (ANDRADE et al., 2018). A interdisciplinaridade, que indica a aplicação dos assuntos por diferentes áreas do conhecimento, também vem como forma de auxílio na inserção da Química em propostas educacionais como a que estamos a desenvolver (FERREIRA, 2008).

Mais ainda, ao se ensinar a Química a partir destes olhares podemos proporcionar diversas abordagens que facilitam o desenvolvimento de habilidades para o processo da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008; MARANDINO et al., 2018).

Assim, descreveremos a seguir, de forma breve, alguns temas geradores dentro do Ensino de Química que servirão de base para o desenvolvimento das atividades presentes no produto educacional.

3.3.4.1 Solubilidade, solventes e soluções aquosas

Grande parte de nosso planeta é recoberta por água em fase líquida e, por estar em contato com diversos tipos de materiais, esta água possui diversas substâncias dissolvidas nela. As soluções aquosas apresentam-se em fase homogênea, cujo solvente é a água líquida e a substância dispersa nela é o soluto.

Martins, Lopes e Andrade (2013) destacam que o processo de solubilização é resultado das possíveis interações entre soluto e solvente, em condições de equilíbrio químico, ou seja, um fenômeno quantitativo que depende de fatores como o tipo e a intensidade destas interações, a estrutura química dos constituintes da mistura, além da pressão para solutos gasosos e da temperatura para solutos sólidos, por exemplo.

Estas soluções aquosas podem ser classificadas de acordo com a passagem de uma corrente elétrica nesta solução. Quando os solutos são sólidos e se dissociam ou ionizam em solução, esta solução pode conduzir corrente elétrica, sendo denominada eletrolítica, correspondendo a boa parte das soluções cujos solutos são de natureza inorgânica – estes são classificados como eletrólitos. Quando não há condução de corrente elétrica, os não-eletrólitos – alguns compostos orgânicos que podem se dissolver em água, como uma solução de açúcar – estão presentes em uma solução chamada não-eletrolítica pois os solutos apenas se dispersam porém não ionizam (OLIVEIRA; GOUVEIA; QUADROS, 2009).

A capacidade de condução de eletricidade das soluções aquosas se dá pela quantidade de íons dissolvidos nela – soluções consideradas boas condutoras de eletricidade possuem uma grande quantidade de íons dispersos, sendo seus eletrólitos considerados fortes, enquanto outras substâncias solubilizam-se parcialmente em água – denominados eletrólitos fracos – com suas soluções, por consequência, sendo consideradas más condutoras de eletricidade (VOGEL, 1981).

Podemos definir uma medida de concentração como um indicador da quantidade do soluto presente na solução: maiores valores de concentração indicam maiores quantidades de soluto dissolvidas na água e vice versa. Por exemplo, um Hylocharis, um gênero do beija-flor de aproximadamente 3 gramas, criado em um viveiro, suga durante um período de 16 horas, 22 gramas de água açucarada contendo 2,2 gramas de açúcar (DIAMOND et al., 1986). Assim, a concentração de carboidratos existente nesta solução – numa relação massa de soluto/massa da solução – é em torno de 10% de açúcar.

A água dissolve boa parte dos solutos, porém não todos: a expressão ‘solvente universal’ usada para a água relaciona-se pela sua quantidade e sua distribuição pelo planeta (OLIVEIRA; GOUVEIA; QUADROS, 2009). A molécula de água possui polaridade, ou seja, uma parte da molécula está com densidade de carga positiva e outra parte com densidade de carga negativa; esse fenômeno é resultado da diferença de eletronegatividade⁶ entre as ligações oxigênio-hidrogênio e de sua estrutura angular, fruto da repulsão provocada pelos pares eletrônicos não ligantes (ATKINS; JONES, 2012).

Esta polaridade existente na água justifica a dificuldade ou impossibilidade de prepararmos soluções aquosas com diversos compostos apolares de natureza orgânica. Esta não solubilização de compostos orgânicos está relacionada, principalmente, com a estrutura da cadeia carbônica – formada por carbonos e

⁶Pela definição de Atkins e Jones (2012, p. 77), eletronegatividade é ‘o poder de atração dos elétrons exercido por um átomo que participa de uma ligação’.

hidrogênios – cujas eletronegatividades são tão parecidas que estas cadeias não formam dipolos e, portanto, são consideradas apolares (VOGEL, 1981).

Compostos apolares possuem forças de atração intermoleculares fracas enquanto a água, fortemente polar, apresenta fortes interações entre suas moléculas denominadas ligações hidrogênio. Entre água e compostos iônicos o tipo de interação é denominada de íon-dipolo que também é considerada forte. Assim, para o preparo de uma solução, a dissolução deve ser energeticamente favorável:

Ou seja, as forças de atração entre as moléculas do soluto e do solvente devem ser intensas o suficiente para compensar o rompimento das forças de atração entre as moléculas do soluto e entre as moléculas do solvente. Assim, o processo de dissolução de qualquer espécie é explicado de maneira adequada através da análise da energia que surge do estabelecimento de novas interações entre soluto e solvente (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2010, p. 1248)

Na natureza, esta pouca afinidade entre a água e os compostos orgânicos apolares pode ser observada na cutícula existente na superfície de folhas de vegetais superiores. Essa cutícula é uma mistura de vários compostos orgânicos, com as ceras destacando-se na principal proteção contra a perda de água pela transpiração, por ser constituída por diversos compostos apolares (FERREIRA et al., 2005). Ao derramar água sobre a superfície de uma folha pode se observar a formação de gotículas e/ou gotas ou, então, o escoamento completo da água pois não existirá interação química forte o bastante entre a água e a superfície das folhas. A figura 3 ilustra esta fraca interação água-cutícula.

Figura 3 - Gota de água formada na superfície de uma folha



Fonte: FABRI JÚNIOR (2020)

3.3.4.2 Teorias ácido-base

O conhecimento do comportamento ácido-base acompanha a humanidade desde a antiguidade e a abordagem das teorias propostas para a compreensão deste fenômeno permite aos professores, além de discutir um dos aspectos mais populares da Química, versar com seus alunos uma linha do tempo que apresenta a construção e a evolução de teorias por parte da ciência (CHAGAS, 2000).

Uma substância ácida foi denominada assim pelo seu sabor característico – do latim *acidus*, azedo. Alcalinas – do árabe *al kali*, cinzas de plantas – seriam as substâncias capazes de neutralizar o efeito dos ácidos, sendo o termo base a denominação mais moderna para tais substâncias (MAHAN; MYERS, 1997).

A teoria de Arrhenius que surgiu como parte da Teoria da Dissociação Eletrolítica é tida como a primeira teoria a explicar o comportamento químico destas substâncias. Segundo ela, uma base seria toda substância que em meio aquoso, libera como ânion uma hidroxila, OH^- , e um ácido seria toda substância que, em água, produz íons H^+ , a neutralização seria a reação entre essas duas espécies iônicas, produzindo água $\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ (CHAGAS, 2000).

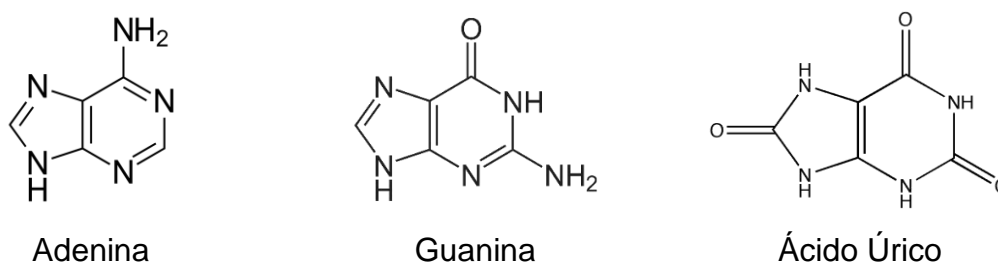
A teoria de Arrhenius era limitada ao meio aquoso e os químicos descobriram que reações entre ácidos e bases podem acontecer, também, com outros tipos de solventes ou, até, na ausência de um solvente (ATKINS; JONES, 2012). Estas considerações culminaram numa conceituação mais abrangente que é conhecida como definição de Bronsted-Lowry: um ácido seria a espécie química que doa um próton e a base seria aquela espécie que receberia este próton, numa reação reversível.

Na natureza existem diversas substâncias que promovem a caracterização do meio onde se encontram como ácidos ou básicos. Os solos, por exemplo, podem ser vistos como naturalmente ácidos em função do crescimento vegetal que favorece a retirada de elementos químicos com características alcalinas, como o potássio, cálcio, magnésio e o sódio (ANTUNES; PACHECO; GIOVANELA, 2008). No MBML,

podemos estudar um ácido em especial, presente nas fezes das diversas aves existentes no local, livres ou em cativeiro.

O ácido úrico, com fórmula molecular $C_5H_4N_4O_3$, é um composto orgânico, produto do metabolismo da adenina e da guanina, sendo o principal excreta nitrogenado de insetos, aves e répteis (BRETZ, 2015). A figura 4 compara as fórmulas estruturais da adenina, da guanina e do ácido úrico.

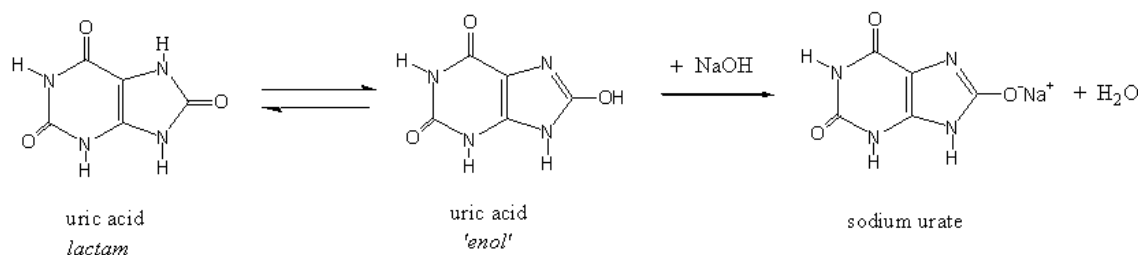
Figura 4 - Fórmulas estruturais da Adenina, Guanina e do Ácido Úrico



Fonte: <https://3.bp.blogspot.com/VQ7IRSP1K3I/h2J8hVkgRw/s1600/purinas.jpg>
 Acesso em: 28 out 2019.

Adenina e guanina são bases nitrogenadas existentes nas moléculas de ácidos nucleicos, estrutura essencial para a formação do DNA e RNA. Apresentam caráter alcalino devido ao grupamento amina, derivado da amônia (NH_3), presentes em sua estrutura podendo, então, serem classificadas como bases de Bronsted-Lowry. O ácido úrico apresenta grupamentos amida (apresentam um carbono que realiza uma ligação dupla com o oxigênio e, também, ligação ao átomo de nitrogênio). O ácido úrico é pouco hidrossolúvel e apresenta-se na forma ionizada, o ânion urato (BRETZ, 2015). A reação a seguir nos permite visualizar este processo.

Figura 5 - A neutralização do ácido úrico



Fonte: <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/uric-acid/salts.gif>
 Acesso em: 28 out 2019.

Observa-se que o comportamento ácido da molécula vem de um grupamento amida em equilíbrio químico com sua forma enol (carbono sp^2 ligado a um grupo hidroxila) e não de uma carboxila, que é o grupo orgânico característico dos ácidos carboxílicos (FIORUCCI; SOARES, CAVALHEIRO, 2002). O ácido úrico, portanto, pode ser definido como um ácido de Bronsted-Lowry por ser uma espécie química doadora de prótons a partir do enol, que origina o íon urato.

3.3.4.3 Corrosão

A corrosão é um fenômeno muito comum, presente no dia a dia dos indivíduos: quem nunca se deparou com uma peça 'enferrujada'? Este fenômeno deteriorante de uma peça, de origem metálica, ocorre principalmente por sua interação com outras espécies químicas num determinado meio de exposição, resultando em produtos de corrosão em certa região desta peça ou em sua totalidade (FILHO et al., 2016). As fezes das aves, ricas em ácido úrico na forma de urato, quando dissolvidas em água, criam uma solução eletrolítica, que permitem a corrosão (THOMPSON; WOODMAN, 2008).

Costa e colaboradores (2005) apontam que, para peças metálicas, a corrosão pode ser vista como o percurso inverso ao desenvolvido na metalurgia. De acordo com eles, enquanto a metalurgia (p. 32) “[...] promove a extração do metal a partir de seus minérios e de outros compostos, a corrosão induz a oxidação do metal, formando óxidos metálicos que, muitas vezes, são semelhantes aos minérios que originaram o metal”.

Merçon, Guimarães e Mainer (2004), a partir do tipo de ataque sobre o material a ser deteriorado, classificam três tipos de corrosão. O quadro 6 indica as características de cada tipo e as condições de sua ocorrência, além de exemplos.

Quadro 6 – Características e exemplos dos diferentes tipos de corrosão

Tipo de Corrosão	Características e Condições	Exemplos
Eletroquímica	Processo espontâneo que ocorre na presença de um eletrólito, em meio aquoso, onde acontecem reações anódicas e catódicas.	Formação da ferrugem; pilha galvânica.
Química (ou seca)	Ataque de um agente químico diretamente sobre o material.	Zinco metálico em presença de Ácido Sulfúrico; destruição do concreto de pontes e viadutos sob a ação de diversos agentes.
Eletrolítica	A partir de uma corrente elétrica externa, ou seja, não espontânea. Ocorre devido à deficiências de isolamento ou de aterramento, fora de especificações técnicas.	Tubulações de petróleo, cabos telefônicos enterrados e em tanques de postos de gasolina.

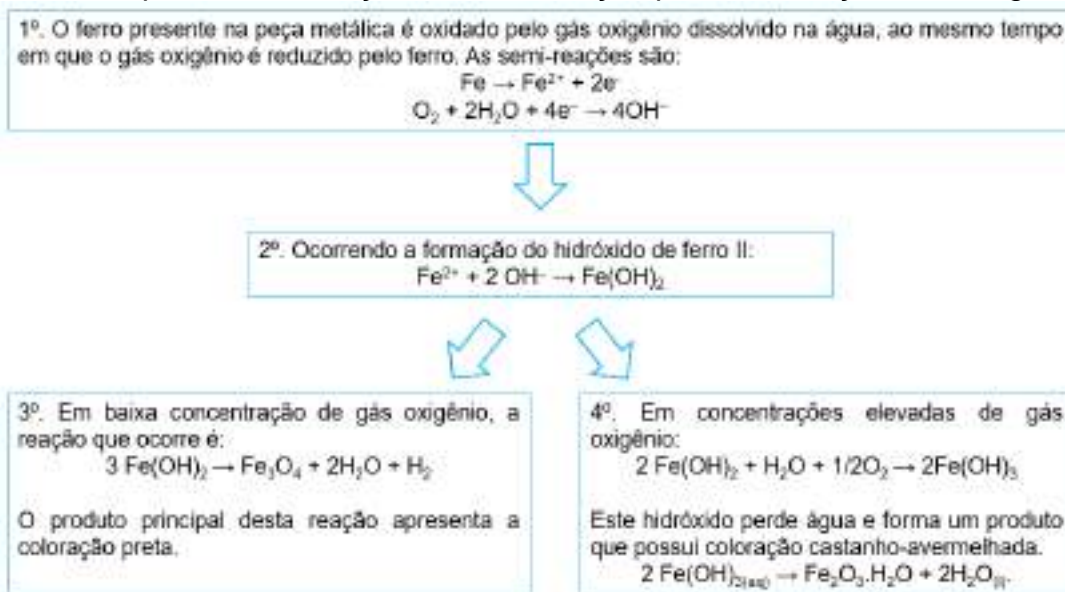
Fonte: (MERÇON; GUIMARÃES; MAINER, 2004)

O principal exemplo da corrosão eletroquímica – a formação da ferrugem – envolve reações de oxirredução, de transferência de elétrons, num processo espontâneo, devido à natureza das espécies químicas envolvidas: o agente redutor perde elétrons – fenômeno dito oxidação – e a espécie que ganha elétrons, o agente oxidante, sofre a redução (FILHO et al., 2016).

O ferro se oxida quando exposto ao ar úmido – água (H_2O) e gás oxigênio ($O_{2(g)}$) – formando uma camada porosa de um produto de corrosão conhecida como ferrugem. Esta é constituída por uma mistura de diferentes formas de óxidos e hidróxidos de ferro que podem variar de acordo com condições climáticas e os poluentes atmosféricos (SILVA et al., 2015). O fluxograma, figura 6, mostra de forma sucinta, a formação da ferrugem.

A ferrugem forma uma camada na superfície da peça que, com o tempo, vai ficando mais espessa, dificultando o contato do ferro metálico com o ar úmido e, por consequência, diminuindo a velocidade de corrosão.

Figura 6 - Sequência das reações de oxirredução para a formação da ferrugem



Fonte: (MERÇON; GUIMARÃES; MAINER, 2004)

A própria ferrugem torna-se, então, proteção para que o metal não seja oxidado pela atmosfera; uma pintura na peça metálica teria o mesmo efeito (FILHO et al., 2016). A figura 7 ilustra a ferrugem formada em um canhão existente no museu.

Figura 7 - Detalhes da ferrugem no canhão de guerra, no MBML



Fonte: FABRI JUNIOR (2020)

O MBML possui boa parte de seu espaço de visitação em contato direto com a atmosfera, apresentando requisitos para que fenômenos químicos como a corrosão possam ser identificados e observados de perto. Qualquer peça metálica existente no

museu, como telas de gaiolas ou vigas de sustentação, pode servir como material expositivo para a observação da corrosão e para a explicação dos processos químicos envolvidos.

3.3.4.4 Bioquímica

Esta área do ensino de Ciências inclui os compostos e os fenômenos químicos relacionados ao processo vital, sendo de grande importância para a compreensão das reações envolvidas no metabolismo⁷ (MAHAN; MYERS, 1997). O grupo de pesquisa de Correia (2003) indica que no Ensino Médio as discussões que englobam a bioquímica ocorrem de forma superficial e fragmentada, em momentos distintos, na disciplina de Biologia e de Química, o que acaba impedindo uma abordagem interdisciplinar que o enfoque bioquímico necessita.

As biomoléculas são estruturas químicas que apresentam certa complexidade estrutural e de elevada massa molar, já que é constituído por um grande número de átomos – em sua maioria, carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio – sendo produtos de diversas reações metabólicas que permitem a manutenção das atividades de um ser vivo e que exercem diversas funções celulares. Faremos uma breve explanação sobre algumas destas substâncias e suas importâncias nos processos metabólicos.

3.3.4.4.1 Carboidratos

Comumente chamado de açúcares⁸ os carboidratos são hidratos de carbono, de fórmula geral $(CH_2O)_n$; outros carboidratos possuem fórmula diferente desta pois apresentam grupos funcionais diferentes – sulfatos, aminas, amida, fosfato, dentre outros. Os carboidratos possuem importância para os seres vivos pois exerce papel no fornecimento e no armazenamento de energia, além de funções estruturais, como

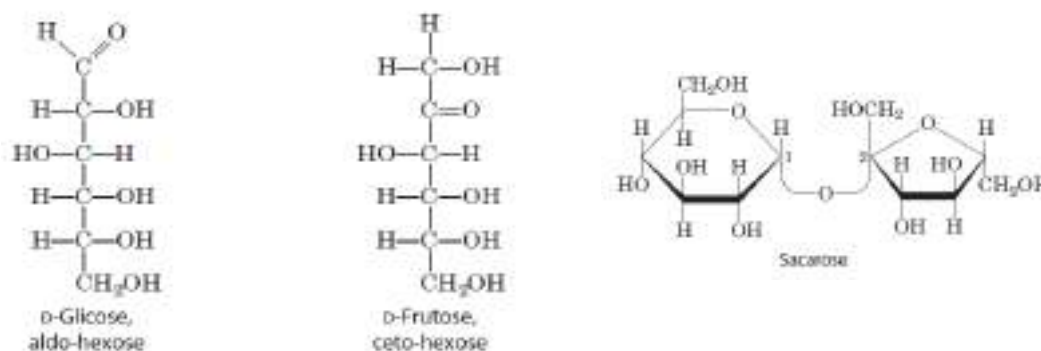
⁷Segundo Nelson e Cox (2014), metabolismo é o conjunto de reações orgânicas que os organismos vivos realizam para obter energia e para sintetizar as substâncias de que necessitam.

⁸O termo sacarídeo é derivado do grego *sakcharon*, que significa açúcar, embora nem todos apresentem sabor adocicado.

na constituição do exoesqueleto de artrópodes, na estruturação das cascas das frutas e na formação da parede celular. Em ambientes naturais, podem ser encontrados em frutas, nos caules de vegetais, nas raízes e em soluções aquosas, como o néctar (FRANCISCO JÚNIOR, 2008).

O néctar é definido como uma secreção da planta, aquosa, contendo de 5 a 80% de carboidratos, sendo a glicose, a frutose e a sacarose – figura 8 – seus principais constituintes: em menores concentrações temos compostos nitrogenados, lipídeos, vitaminas, alguns pigmentos e substâncias aromáticas; estas proporções podem variar de acordo com a espécie vegetal (PEREIRA, 2008).

Figura 8 - Estrutura da glicose, frutose e da sacarose



Fonte: (NELSON; COX, 2014)

Para a nomeação de carboidratos existe uma regra, que corresponde à composição química deste monossacarídeo: um sufixo (aldo ou ceto) acompanhado do infixo correspondente à quantidade de carbonos existentes (tri, tetra, pent, hex) terminando com o prefixo ose, característico para os hidratos de carbono (ALBERT et al., 2010). Por isso, a glicose e a frutose – figura 8 - são nomeados, respectivamente, como aldose e cetose.

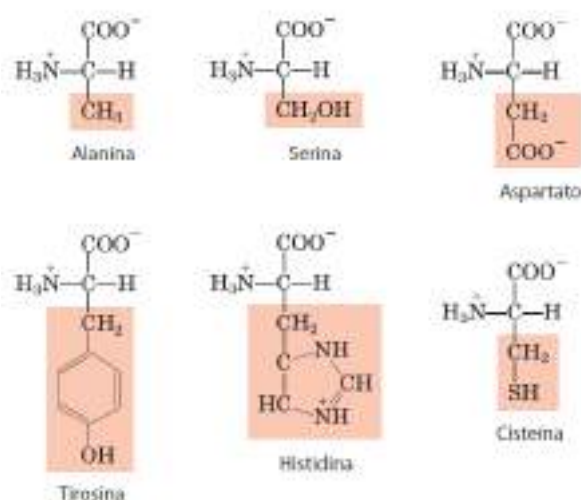
O termo monossacarídeos é usado pois, a partir da união destes, definiu-se outros grupos de carboidratos: os oligossacarídeos, quando formados pela união de até vinte monossacarídeos, iguais ou não, e polissacarídeos quando acima desta quantidade (ALBERT et al., 2010). Um exemplo de um oligossacarídeo é a sacarose (figura 8 formado pela união de uma glicose e uma frutose; exemplo de um polissacarídeo é a celulose e o amido, carboidratos com funções estruturais e de reserva energética, respectivamente.

3.3.4.4.2 Proteínas

As proteínas são extremamente importantes para os seres vivos atuando, por exemplo, como catalisadores reacionais, nos mecanismos de defesa do organismo, no transporte de oxigênio pela hemoglobina, nas contrações musculares pela actina e miosina, sem contar os diversos hormônios de origem proteica que regulam as atividades metabólicas (FRANCISCO JÚNIOR; FRANCISCO, 2006). As proteínas são biomoléculas compostas por um encadeamento de aminoácidos.

Os aminoácidos podem ser definidos como as moléculas básicas para a estruturação de proteínas – compreendendo esta como uma molécula polimérica (assunto abordado no item 5.4.3); podemos também definir os aminoácidos como monômeros compostos fundamentalmente por um grupo amina e um grupo carboxila, ou seja, uma molécula orgânica com cadeia funcional mista. Entre estes dois grupos funcionais encontramos um carbono, denominado alfa, que faz quatro ligações simples, sendo que neste carbono existe um grupamento variável, que é o que diferencia os vinte aminoácidos existentes (MAHAN; MYERS, 1997). A figura 9 mostra as fórmulas estruturais de alguns aminoácidos – em destaque estão as cadeias laterais, que ligadas ao carbono alfa, diferenciam os aminoácidos.

Figura 9 - Seis dos vinte aminoácidos que formam as proteínas

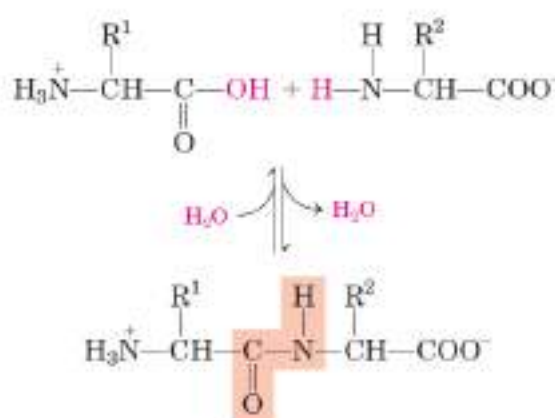


Fonte: (NELSON; COX, 2014, p. 10)

As ligações peptídicas ocorrem entre o grupo amina de um aminoácido com a hidroxila do grupo carboxila existente em outro aminoácido – estas ligações podem ocorrer

indefinitivamente originando uma quantidade indefinida de diferentes proteínas. Esta ligação tem características covalentes, produzindo uma molécula de água a cada dois aminoácidos que se ligam, com o carbono da carboxila ligando-se ao nitrogênio do grupo amina, originando um grupamento amida (FRANCISCO JÚNIOR; FRANCISCO, 2006). Simplificadamente, a cadeia proteica inicia-se na extremidade onde se observa o grupo amino terminal e se finda na extremidade com o grupo carboxila terminal. A representação da ligação peptídica, em destaque, pode ser observada na figura 10.

Figura 10 - Formação de uma ligação peptídica



Fonte: (NELSON; COX, 2014, p. 86)

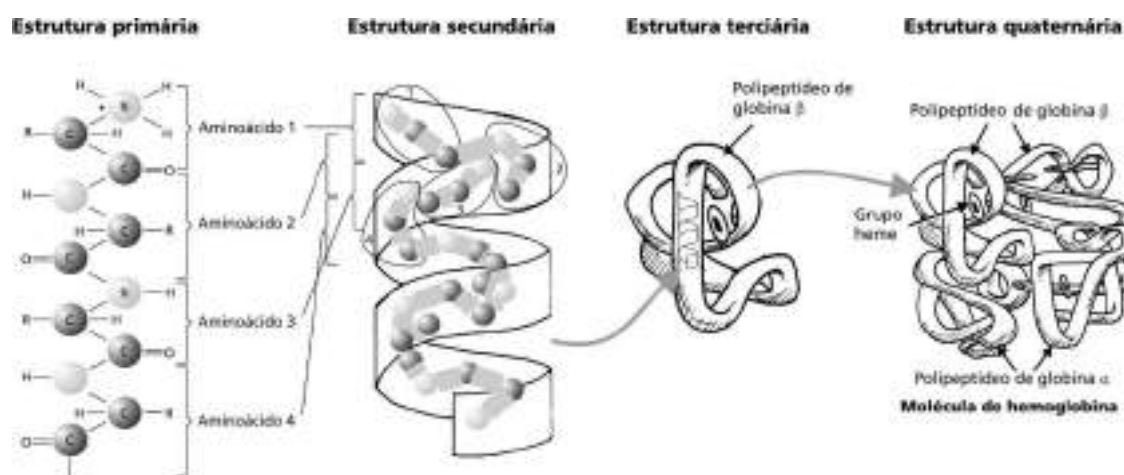
As proteínas podem apresentar estruturas tridimensionais devido às interações intermoleculares que podem ocorrer entre as cadeias laterais dos aminoácidos. Estas estruturas – denominadas primárias, secundárias, terciárias e quaternárias – diferem-se por grau de complexidade que acompanha a grandeza numérica existente no nome. O quadro 7, a seguir, indica a diferença entre estas estruturas. Já a figura 11 destaca as estruturas existentes para a molécula de hemoglobina.

Quadro 7 – Caracterização das estruturas proteicas

Estrutura	Características
Primária	Corresponde à cadeia linear formada pelas ligações peptídicas entre os aminoácidos existentes na molécula.
Secundária	As cadeias laterais dos aminoácidos podem permitir enovelamentos devido às interações intermoleculares que podem ocorrer entre elas, propiciando a formação de estruturas tridimensionais das proteínas, garantindo sua funcionalidade biológica.
Terciária	É originada a partir da combinação das estruturas secundárias
Quaternária	Provém da associação de várias estruturas terciárias, também por intermédio de forças intermoleculares

Fonte: (ALBERT et al., 2010)

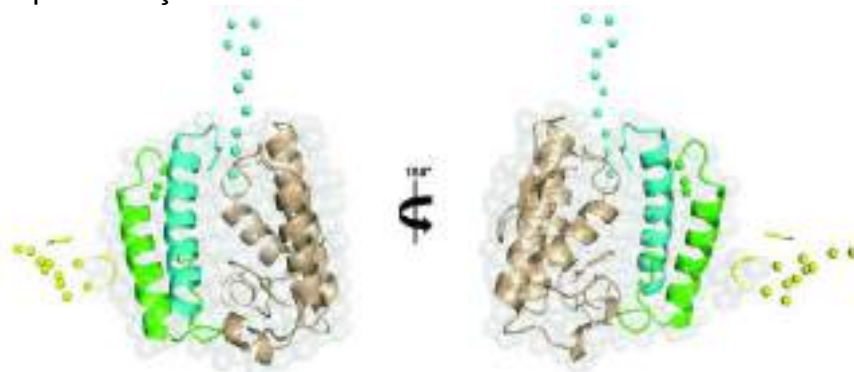
Figura 11 – Níveis de organização estrutural da hemoglobina humana



Fonte: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/8294>
Acesso em: 09 set 2020

A crotoxina, figura 12, é uma proteína encontrada no veneno das cascavéis. Santos (2014) explica que a principal atividade biológica da crotoxina é neurotóxica, ou seja, ela irá atuar nas terminações neuromusculares, diminuindo a liberação de acetilcolina, um neurotransmissor que age na passagem de estímulos nervosos às células musculares. Esta diminuição de acetilcolina é o principal responsável pelas paralisias motoras apresentadas pelas presas das cascavéis.

Figura 12 - Representação tridimensional da crotoxina



Fonte: (FERNANDES et al., 2017)

Apesar deste efeito neurotóxico, estudos científicos indicaram que a crotoxina apresenta atividades anti-inflamatórias, analgésicas e antitumorais (FERNANDES et al., 2017), indicando que pesquisas deste tipo são importantes para o desenvolvimento de novos fármacos que podem ser empregados no tratamento de diversas condições patológicas.

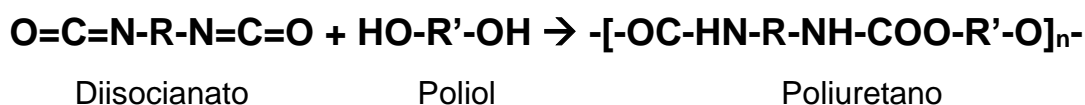
3.3.4.4.3 Polímeros e plásticos

Polímeros são macromoléculas que apresentam unidades básicas estruturantes chamadas monômeros, que podem ser iguais ou diferentes entre si: a ligação entre diversos destes estruturam os polímeros. Podemos exemplificar alguns polímeros existentes na natureza, como o amido a celulose, cujo monômero é a glicose. Entretanto, são os polímeros sintéticos os mais conhecidos pois, além de desempenharem diversos papéis para a humanidade, as pesquisas nesta área ocorrem em grandes números e valores, superando até o de outras indústrias químicas (WAN; GALEMBECK; GALEMBECK, 2001).

Andrade e colaboradores (2001), no 'Dicionário de Polímeros', indicam que o termo plástico é válido aos materiais macromoleculares que podem ser moldados por ação de calor e/ou pressão; polímero corresponderia ao nível molecular deste material plástico. Assim, os materiais plásticos, as proteínas e o amido são formados por grandes cadeias poliméricas (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2005).

Um exemplo de um polímero sintético é o poliuretano, um copolímero⁹, originado a partir da reação de uma substância que apresenta dois ou mais grupos isocianato – (N=C=O) com um poliálcool ou polioliol – a reação está esquematizada a seguir.

Figura 13 – Síntese do poliuretano



Fonte: (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2009).

Os poliuretanos servem para a confecção de espumas usadas, por exemplo, em colchões e estofamentos, em placas de isolamento acústico e em volantes de automóveis (CANGEMI; SANTOS; CLARO NETO, 2009). Além destes exemplos, a espuma rígida de poliuretano ainda é muito usada como material de preenchimento na taxidermia, um dos métodos mais antigos de conservação de animais (PRZYBYSZ;

⁹Nome dado ao polímero formado a partir de dois ou mais tipos de monômeros

CUNHA, 2011). Podemos visualizar na figura 14 algumas aves conservadas pelo processo de taxidermização.

Figura 14 – Aves taxidermizadas em exposição no MBML.



Fonte: FABRI JÚNIOR (2020)

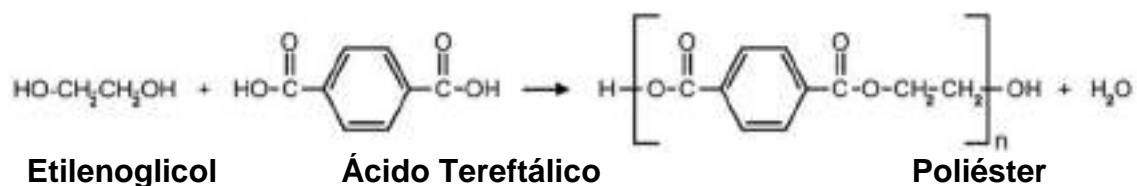
Na taxidermia trabalham-se processos de conservação da pele, do formato e do tamanho dos animais, buscando uma peça mais fiel possível à realidade, a fim de ser utilizada como instrumento didático de cunho zoológico, científico, ou ainda de exibição (BAUNGRATZ; RANKRAPE; HAAS, 2018). As autoras salientam que as maiores dificuldades da técnica podem ser observadas na taxidermização de aves, pois estas possuem penas muito frágeis e pela facilidade da perda das penas.

Entretanto, existe outra técnica de conservação, muito comum para peças educacionais da anatomia humana, podendo ser aplicada também em mamíferos, peixes, aves e invertebrados que, além de garantir um aspecto mais natural dos objetos, permitem que estes possam ser manipulados sem problemas pois os produtos químicos utilizados no preparo das peças não são tóxicos: a plastinação, de forma geral, substitui a água e os tecidos gordurosos por polímeros (GÉRA; AMADO; BITTENCOURT, 2017).

Um dos polímeros utilizados na plastinação é o poliéster, uma fibra sintética muito utilizada também pela indústria têxtil. Para a sua síntese – figura 15 – a reação

polimérica que ocorre é entre o ácido tereftálico, que é um ácido dicarboxílico, e o etilenoglicol, um diol (WAN; GALEMBECK; GALEMBECK, 2001).

Figura 15 - Reação de formação do poliéster



Fonte: (GOMES, COSTA, MOHALLMEN, 2015)

Mesmo com diversos exemplos, como estes das técnicas de conservação, que indicam a funcionalidade e a importância que estas substâncias possuem, é necessário lembrar e discutir sobre o excesso no consumo de materiais plásticos pelo mundo moderno: é evidente a necessidade da redução no consumo de plásticos e a possibilidade da reciclagem de boa parte destes resíduos. Identificar formas de redução ou de reaproveitamento destes polímeros em nosso dia a dia nos torna mais responsáveis e conscientes do nosso papel de cidadão.

A Ciência nos tem ajudado quanto a isso, produzindo atualmente plásticos a partir de polímeros biodegradáveis sintéticos ou naturais que sofrem diretamente a ação de microrganismos decompositores ou, como produto da ação de organismos vivos ou de enzimas, degradam-se em dióxido de carbono, em água e em biomassa (FRANCHETTI; MARCONATO, 2006). Permitir momentos para a discussão sobre a indústria e o uso dos plásticos é sempre de grande aprendizagem, para todos os envolvidos.

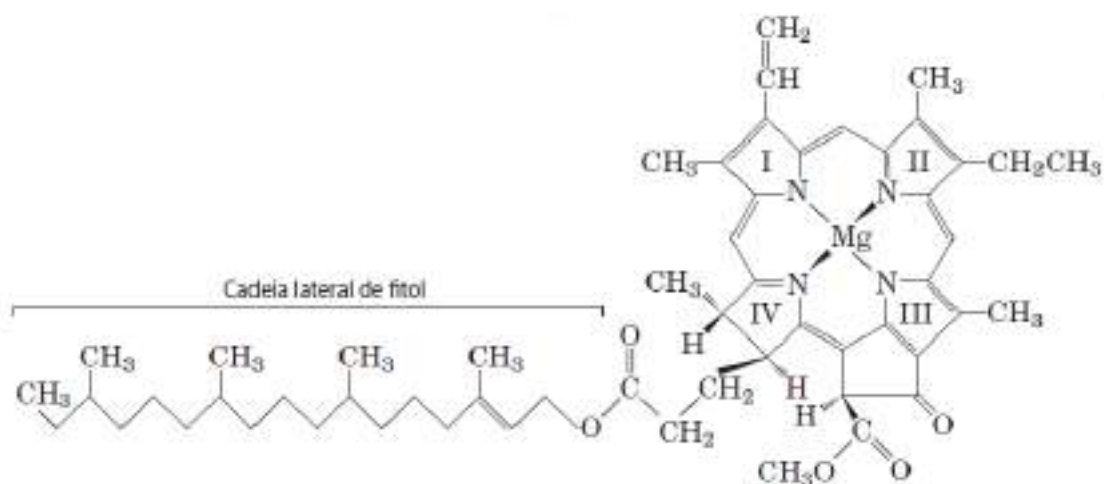
3.3.4.5 Apontamentos sobre a fotossíntese e a Mata Atlântica

Em conjunto com outros processos, a fotossíntese contribui com a nutrição autotrófica de alguns seres vivos. Estes organismos fotossintéticos possuem mecanismos metabólicos capazes de converter energia solar e armazenar esta energia na formação de compostos químicos de alto conteúdo energético – os carboidratos – a

partir de CO_2 e H_2O . Estima-se que mais de 100 bilhões de toneladas de biomassa seca/ano são produzidos através da fotossíntese (SOUSA; PATROCÍNIO, 2014).

A equação química global que representa a fotossíntese é a $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{energia (luz)} \rightarrow 6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Kawasaki e Bizzo (2000) fazem duas considerações quanto à esta equação e seu uso: a primeira é a que, a partir desta equação, muitos entendem a fotossíntese como uma reação inversa à da respiração celular – estequiometricamente até aparenta ser – porém são bioquimicamente complementares; a segunda observação é que se uma abordagem interdisciplinar não for feita para se explicar este fenômeno ficará a ideia (p. 27) “[...] de que na fotossíntese há uma “mistura” de gás carbônico, água, clorofila – figura 16 – e Sol, que, magicamente, transformam-se em glicose e oxigênio”.

Figura 16 – Representação estrutural da clorofila



Fonte: (NELSON; COX, 2014, p. 772)

Nelson e Cox (2014) enfatizam que a molécula de clorofila, com estruturas policíclicas e planares, é o pigmento mais importante capaz de absorver luz. Ela apresenta um Mg^{2+} ocupando a posição central, com quatro átomos de nitrogênio orientados para o interior da molécula e coordenados com o magnésio – este sistema heterocíclico que circunda o Mg^{2+} , com ligações simples e duplas alternadas, apresentam forte absorção de radiação na região visível do espectro, ou seja, aptas a absorver luz visível durante a fotossíntese.

Quadros (2004) enfatiza a importância da energia luminosa na reação fotossintética: é esta energia que promove a oxidação da molécula de água, permitindo a quebra de suas ligações e, na sequência, a quebra das ligações do dióxido de carbono, disponibilizando matéria para a formação, em diversas etapas, da glicose, $C_6H_{12}O_6$, e de diversas outras biomoléculas, como o amido e a celulose, por exemplo. Podemos relacionar, também, a produção de biomassa pela fotossíntese como uma resposta às variações de algumas condições ambientais, como a temperatura, salinidade do solo e a incidência de luz, o que pode influenciar diretamente na síntese dos produtos da fotossíntese e no desenvolvimento das plantas (COLARES; SEELIGER, 2006).

A Mata Atlântica, ao longo do desenvolvimento do nosso país, passou por grande desmatamento, sendo substituída por extensas áreas de agricultura e pecuária. O reflorestamento da Mata Atlântica e, por consequência, o sequestro de carbono atmosférico e a diminuição de gases do efeito estufa são aspectos importantes a serem considerados em argumentos para a preservação deste bioma. Carvalho e colaboradores (2010) enfatizam que a fotossíntese e a remoção de carbono pela floresta ocorre em grande intensidade durante o crescimento vegetal da fase jovem: um exemplo citado pelos pesquisadores é que o cultivo de seringueira indicou incremento médio de C na ordem de $3,9 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e que a borracha é, também, um grande armazenador de carbono.

Diversos outros aspectos químicos ainda podem ser abordados dentro do MBML como o metabolismo energético dos colibris, coloração das penas das aves, a química de produtos naturais, a decomposição da matéria orgânica, dentre outros, o que indica a real possibilidade de abordagens para o Ensino de Química neste espaço, numa visita mediada por diversos locais dentro do museu ou para estudos específicos, por exemplo. A observação, o reconhecimento do espaço e a forma de se abordar estas temáticas são essenciais para alcançarmos estes objetivos.

4 METODOLOGIA

4.1 O ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa teórico-empírica de abordagem qualitativa, com características de estudo de caso, a fim de promover o Ensino de Química dentro do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, para alunos do Ensino Médio, na perspectiva da Alfabetização Científica.

De acordo com Moreira e Caleffe (2008), a pesquisa qualitativa é pertinente em cenários e indivíduos cujos dados obtidos provém da observação e descrição. Godoy (1995) caracteriza a pesquisa qualitativa a partir da possibilidade de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos. Para a autora (p. 21):

“[...] um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando ‘captar’ o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno”.

Severino (2007) afirma que a pesquisa classificada como estudo de caso concentra-se em estudar um caso em particular, significativo e bem representativo. Os dados obtidos a partir desta metodologia de pesquisa devem ser coletados e registrados, exigindo análise rigorosa. Boa parte das pesquisas feitas na área educacional apresentam características de estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 2018).

A pesquisa qualitativa tipo estudo de caso, de acordo com Lüdke e André (2018), visa a descoberta, enfatizando a “interpretação em contexto”, usando uma variedade de fontes de informação e utilizando uma linguagem e uma forma mais acessível do que outros relatórios de pesquisa, por exemplo.

A pesquisa, portanto, foi dividida em cinco etapas:

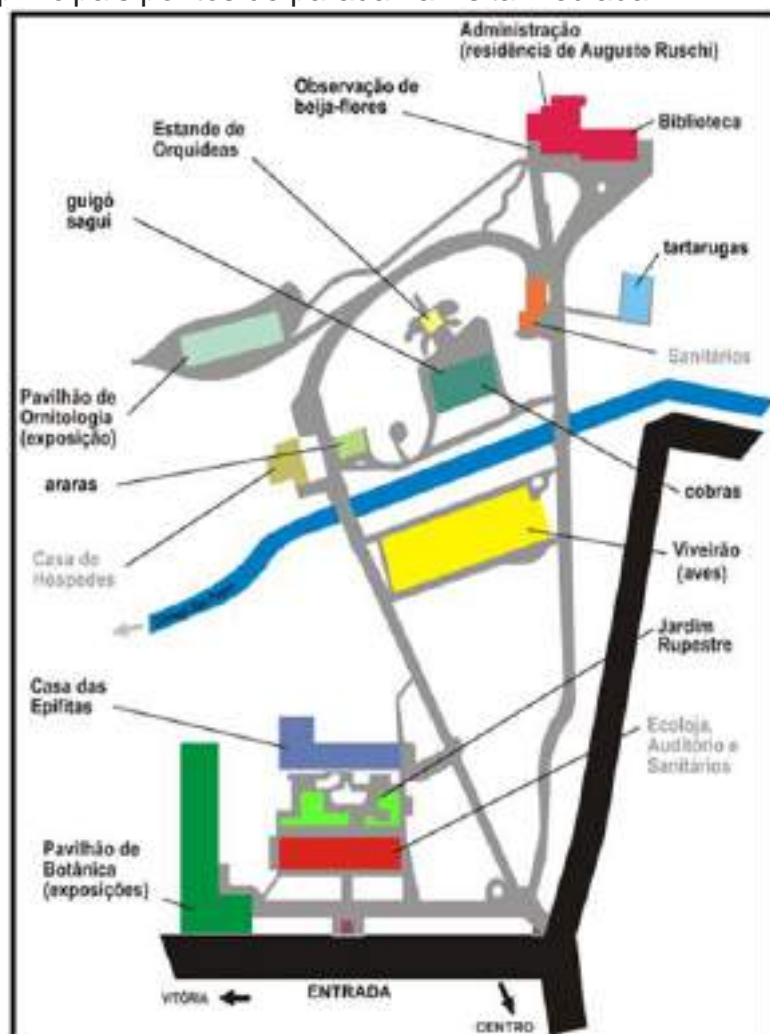
- Primeira etapa: conhecer o perfil de professores de Química quanto a diversos aspectos abordados nesta pesquisa (uso de espaços de educação não formal, alfabetização científica e o MBML);
- Segunda etapa: caracterização do MBML como local de aprendizagem, com foco no Ensino de Química e na promoção da alfabetização científica;
- Terceira etapa: elaboração de um guia contendo uma proposta de atividades envolvendo o Ensino de Química para o MBML;
- Quarta etapa: validação da proposta de Ensino de Química no MBML e do guia produzido;
- Quinta etapa: intervenção escolar, ou seja, aplicação da proposta com alunos de Química do Ensino Médio.

4.2 LOCAL DA PESQUISA, PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE ATIVIDADES

O Museu de Biologia Professor Mello Leitão está localizado na Avenida José Ruschi, Nº 4, Eco, Santa Teresa, ES. O museu fica a, aproximadamente, 78 km de distância da cidade de Vitória e o percurso dura, em média e de carro, 1h 30 min. A escolha deste espaço foi feita, dentre outros aspectos, pelo seu acervo material e pelo seu conhecido potencial para o Ensino de Ciências e de Biologia. Após contato com o museu, foi recebida uma resposta positiva por parte da Divisão de Ciências da instituição para o desenvolvimento da pesquisa (ANEXO 1).

Por existirem diversas possibilidades para se ensinar Química dentro do museu, foi fundamental planejar previamente estas atividades. Para este planejamento foram realizadas visitas ao espaço, buscando determinar e organizar sugestões de atividades usando, preferencialmente, locais que já são utilizados nas visitas mediadas no espaço; também foi levado em conta questões de acessibilidade, segurança, dinâmica e potencial para a proposição destas atividades. A figura 17 mostra um mapa esquematizado do museu, com destaques para alguns pontos existentes dentro de sua área que já são utilizados nas visitas mediadas.

Figura 17 - Mapa ilustrativo do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, com indicação dos principais pontos de parada na visita mediada.



Adaptado de: <https://pelomundocommanu.com/wp-content/uploads/2016/01/MAPA+MUSEU.png>
Acesso em: 15 set 2019.

Considerando que as ações educacionais seriam elaboradas para serem aplicadas em um espaço de educação não formal, buscou-se relacionar o recurso material disponível no museu a um assunto ou tema abordado no ensino formal de Química, independentemente do currículo escolar das turmas de Ensino Médio. Assim, essas ações não foram desenvolvidas com intenções de atender a uma série escolar específica somente, mas que elas permitissem também o ensino e aprendizagem de Química no museu por um visitante ou por um grupo turístico, por exemplo.

Além dos temas de Química, a Mata Atlântica, sua zoologia e sua preservação também foram inseridos nas atividades, a partir de propostas de problematização e contextualização nos pontos escolhidos para as ações. O quadro 8 indica estes

pontos, as abordagens de Química a eles associados e as propostas de contextualização nestes pontos.

Quadro 8 – Pontos escolhidos dentro do MBML, as abordagens de Química associados ao ponto e as propostas de contextualização

PONTOS DE MEDIAÇÃO	ABORDAGENS DE QUÍMICA	CONTEXTUALIZAÇÃO / PROBLEMATIZAÇÃO
1º. Canhão de guerra	Reações de oxirredução	O fenômeno da corrosão
2º. Viveiro das aves	Teorias ácido-base Grupos funcionais orgânicos	As fezes das aves e sua acidez
3º. Serpentário	Bioquímica e Proteínas	Pesquisas sobre os venenos das serpentes
4º. Ponto de observação dos colibris	Estudo das soluções Bioquímica e Carboidratos	Metabolismo energético Adaptação metabólica dos colibris
5º. Pavilhão de Ornitologia	Polímeros	Técnicas de conservação Uso de 'plásticos' pela humanidade
6º. Mata	Bioquímica	A fotossíntese e a influência da luz no crescimento vegetal
7º. Casa das epífitas e jardim rupestre	Solubilidade Bioquímica	Adaptação dos vegetais ao ambiente terrestre

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Todas as abordagens químicas elaboradas e propostas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão foram desenvolvidas visando promover a Alfabetização Científica, cujo conceito utilizado baseia-se na pedagogia crítica de Paulo Freire, também debatido por Sasseron e Carvalho (2011) e referenciado por outros autores (JESUS; SILVA, 2017; GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012). Para isso, usamos como orientação para a propostas das atividades os "Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica" propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e os "Indicadores de Alfabetização Científica", de Marandino e colaboradores (2018).

4.3 ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Museu de Biologia Professor Mello Leitão oferece diversas possibilidades para o desenvolvimento de ações educativas para o Ensino de Química em seu espaço. Decidiu-se, portanto, que o produto educacional seria um guia didático que apresenta sugestões de discussões, de atividades e tópicos para reflexões, todas voltadas para o Ensino de Química e baseadas nas abordagens previamente planejadas – quadro 8.

O produto apresenta textos explicativos e introdutórios, que abordam a importância dos museus como espaços de educação não formal, uma breve explicação sobre a Alfabetização Científica e sobre o Museu de Biologia Professor Mello Leitão. São apresentados, também, orientações de como as atividades estão dispostas no material e, para cada ponto de mediação, textos sobre a abordagem química, questões para a reflexão, além de sugestões de textos e vídeos para a contextualização sobre o assunto.

Ele foi elaborado na plataforma de design gráfico Canva¹⁰ que permite aos seus usuários criarem gráficos de mídia social, apresentações, pôsteres e outros conteúdos visuais. Para a confecção do material foi utilizado a versão online pro, que oferece diversos templates gratuitos de revistas, folders, postagens em redes sociais, além de um banco de imagens, que foi utilizada na ilustração do guia. Além destas, foi feito um banco de imagens e vídeos próprios, nas visitas prévias de planejamento das atividades, que também foi utilizado.

Antes da utilização do material em um contexto educacional de intervenção com alunos do ensino médio, o guia didático foi validado por pares, ou seja, por professores da educação básica de Química e de Ciências da Natureza que avaliaram, principalmente, o potencial de utilização deste material educativo. Para esta avaliação do produto educacional, foi construído um instrumento de validação (APÊNDICE 1), adaptado de Guimarães e Giordan (2011). Neste instrumento, estão contidos aspectos relacionados à estrutura e organização do guia didático, aspectos de Ensino e aprendizagem de Química, contextualização e a promoção da Alfabetização Científica.

¹⁰ canva.com

4.4 SUJEITOS DA PESQUISA E COLETA DOS DADOS

4.4.1 Professores

Para analisar o perfil de professores de Química quanto ao uso de espaços não formais de educação, como museus, para o Ensino de Química e seus conhecimentos sobre a alfabetização científica e sobre o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, foi criado e aplicado um questionário com diversas questões abertas e fechadas. Moreira e Caleffe (2008) indicam que questionários tornam-se ferramentas importantes nas pesquisas feitas por professores, pois permite, dentre diversas outras vantagens, uma padronização das perguntas, o anonimato e a eficiência para a coleta de dados, principalmente no que se refere ao tempo disponível por esse professor para o desenvolvimento de sua pesquisa.

O questionário foi estruturado na forma de um formulário da plataforma Google¹¹. A participação dos professores foi facultativa e sua colaboração foi condicionada a aceitação de um termo de consentimento livre e esclarecido, junto ao questionário (APÊNDICE 2), no qual o participante é informado sobre os objetivos da pesquisa, da garantia da sua privacidade e da exclusão dos seus dados e respostas, se assim for de seu desejo.

O questionário foi composto de questões objetivas e discursivas divididas em três categorias: informações gerais dos professores, questões sobre a alfabetização científica, espaços não formais de Ensino e sobre a relação que eles possuem com espaços científicos e culturais. As respostas dos professores às questões objetivas foram apresentadas a partir de uma análise quantitativa descritiva, sendo demonstradas em forma de gráficos e tabelas; já as respostas às questões discursivas foram analisadas segundo a análise de conteúdo (BARDIN, 1977) e à luz do referencial teórico de alfabetização científica.

¹¹ <https://docs.google.com/forms/u/0>

4.4.2 Alunos

Os alunos sujeitos da pesquisa são da 3ª Série do Ensino Médio de uma escola particular localizada no município de Cariacica, ES, que autorizou a realização da pesquisa com os alunos de sua instituição (ANEXO 2). A escola possui 27 anos de existência, desenvolvendo ações nas áreas de tecnologia, formação de professores, valorização e oportunidade de trabalho aos ex-alunos e nas relações interpessoais com os nossos educandos e seus responsáveis, além de ações positivas nas competições esportivas e em diversas áreas do conhecimento. Tivemos, também, a autorização da pesquisa a ser realizada na escola do Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo (ANEXO 3), que caracterizou a pesquisa como “relevante e exequível”.

A partir daí, os alunos e seus responsáveis legais foram informados sobre os objetivos da pesquisa, sobre a metodologia da visita ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão, além da garantia da sua privacidade e da exclusão dos seus dados e respostas, se assim for de seu desejo; na sequência foram convidados a participar do estudo e as autorizações foram determinadas a partir do preenchimento dos termos de consentimento e de assentimento (APÊNDICES 3, 4 e 5).

Foi feita uma análise de questionários aplicados aos alunos que participaram da pesquisa, em um momento anterior e posterior à visita (APÊNDICES 6 e 7). Estes questionários foram construídos a partir dos “Indicadores de Alfabetização Científica” (MARANDINO et al., 2018). A figura 18 traz estes indicadores da Alfabetização Científica e seus respectivos atributos.

Figura 18 – Indicadores da Alfabetização Científica e seus atributos

INDICADOR CIENTÍFICO	INDICADOR INTERFACE SOCIAL	INDICADOR INSTITUCIONAL	INDICADOR INTERAÇÃO
1a Conhecimentos e conceitos científicos, pesquisas científicas e seus resultados	2a Impactos da ciência na sociedade	3a Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões	4a Interação física
1b Processo de produção de conhecimento científico	2b Influência da economia e política na ciência	3b Instituições financiadoras, seus papéis e missões	4b Interação estético-afetiva
1c Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento	2c Influência e participação da sociedade na ciência	3c Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição	4c Interação cognitiva

Fonte: (MARANDINO et al., 2018)

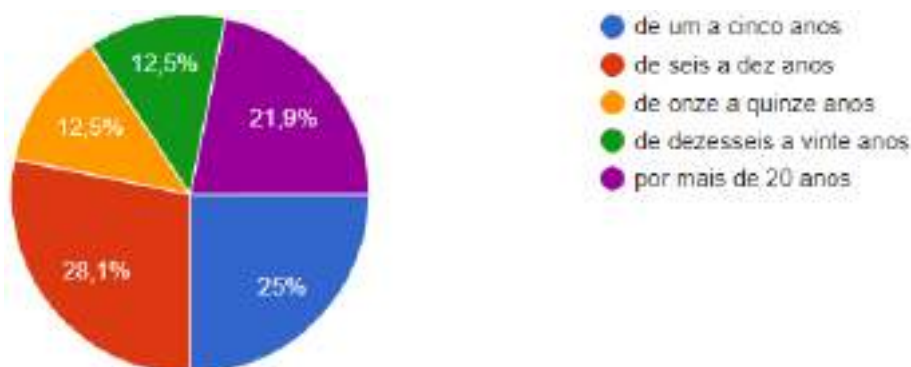
Os questionários apresentam questões objetivas e discursivas que englobam questões sobre a aprendizagem de Química, sobre espaços não formais para o Ensino de Química, sobre museus de Ciências e sobre o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, além das observações feitas por eles, antes e depois da visita, quanto às abordagens químicas feitas durante a mediação nos pontos. A avaliação destes questionários foi feita de forma semelhante aos aplicados aos professores – item 4.4.1. Fora isso, a observação do professor-pesquisador também foi levada em consideração durante estas análises.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUESTIONÁRIO COM OS PROFESSORES

O questionário foi disponibilizado para respostas no período de 09 de janeiro a 10 de fevereiro de 2020. Durante este período, trinta e dois professores participaram da pesquisa, sendo a maioria formada em Química por diversas universidades e institutos federais brasileiros. Boa parte dos docentes possui entre 25 e 35 anos (46,9%) e entre 35 e 45 anos (31,3%), sendo o tempo de atuação no magistério diversificado, representado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Tempo médio de atuação dos professores no magistério



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

No que se refere ao tempo de experiência profissional, podemos dividir o grupo em dois – aquele com até dez anos de atuação (25,0% de um a cinco e 28,1% de seis a dez) e outro acima de dez anos (12,5% de onze a quinze, 12,5% de dezesseis a vinte e 21,9% acima de vinte anos). Sobre o nível de ensino no qual atuam, observa-se que a maioria tem experiência na educação básica, com 96,9% deles tendo atuado no ensino médio; alguns possuem experiência, também, no ensino técnico (25%) e superior (34,4%). Pouco mais de 68% dos docentes indicaram que trabalham em instituições públicas de ensino.

Assim, podemos caracterizar o grupo de professores que fizeram parte desta pesquisa como um grupo cuja maioria possui idades entre 25 e 45 anos, com tempo de atuação

profissional diversificada, experientes no ensino de Química do Ensino Médio e em sua maioria lecionando em instituições públicas.

5.1.1 Questões sobre a alfabetização científica

Foram feitas nove afirmações sobre a alfabetização científica, elaboradas em Escala de Likert; nesse tipo de questionário, o professor deve manifestar sua concordância para cada assertiva escolhendo dentro de cinco opções que vão de 'concordo totalmente' a 'discordo totalmente'. Assim, os resultados nos permitem descobrir diferentes níveis de intensidade da opinião a respeito de um mesmo assunto ou tema. A tabela 1 indica as afirmações que foram feitas aos professores e as porcentagens para cada assertiva proposta.

Tabela 1 – Opinião dos professores sobre alfabetização científica

AFIRMAÇÕES	GRAU DE CONCORDÂNCIA				
	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Não concordo e nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
1. Considero que a compreensão dos conceitos químicos seja importante para a vida dos alunos da educação básica.	87,5%	12,5%	-	-	-
2. Considero que pensar criticamente conceitos químicos que envolvam ciência e tecnologia seja importante para a vida dos alunos da educação básica	90,6%	9,4%	-	-	-
3. Considero que saber reconhecer as Instituições científicas (aquelas que produzem, divulgam e fomentam a ciência e a tecnologia) seja importante para a vida dos alunos da educação básica.	59,4%	37,5%	3,1%	-	-
4. Considero importante despertar emoções, criar laços afetivos e possibilitar momentos de contemplação e de apreciação estética e artística nas aulas de química da educação básica	78,1%	15,6%	6,3%	-	-
5. Durante minhas aulas busco ensinar química a partir dos conteúdos que mais são cobrados no ENEM.	9,4%	56,3%	21,9%	9,4%	3,1%
6. Durante minhas aulas busco ensinar química a partir de temas do cotidiano dos alunos	71,9%	25,0%	3,1%	-	-
7. Durante minhas aulas busco levar os alunos a pensar/refletir sobre o assunto que estou abordando nas aulas de química.	84,4%	15,6%	-	-	-

8. As atividades que proponho em aula fazem meus alunos (re)pensarem bastante sobre as suas atitudes como cidadão(ã)	53,1%	37,5%	9,4%	-	-
9. As atividades que proponho nas aulas de química também buscam evidenciar a metodologia científica, discutir as fontes científicas e sua credibilidade, assim como estudar a história da ciência	43,8%	46,9%	9,3%	-	-

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

De forma geral, a maioria (mais de 50%) dos professores ‘concorda totalmente’ com as afirmações feitas que se relacionam com ações pertinentes à alfabetização científica (Afirmações 1, 2, 3 e 4), o que indicaria que, ao menos, os professores apresentam consciência que a abordagem científica se faz necessária nas aulas de Química e que estas não devem ser restritas, meramente, à exposição de conteúdos (MILARÉ; RICHETTI; ALVES FILHO, 2009).

Entretanto, 56,3% dos professores concordam parcialmente que suas aulas baseiam-se nos conteúdos que são mais cobrados no Exame Nacional do Ensino Médio, que tem o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica. Sem discorrer sobre modelos avaliativos, resultados e ranqueamento, focar meramente em conteúdo impede os alunos de conhecerem outros enfoques e abordagens que, além de auxiliar no processo de aprendizagem, tornam-se essenciais tanto para a alfabetização científica quanto para a formação plena destes indivíduos (SOUZA; DELPHINO, 2015; HALMENSCHLAGER; DELIZOICOV, 2017).

Os professores que responderam ao questionário possuem esta noção de que o ensino de Química perpassa a discussão ‘conteudista’, tradicional e formal que boa parte das aulas das disciplinas de Ciências da Natureza apresentam – muitas vezes, na busca por bons resultados em alguns exames. A possibilidade de desenvolver e aplicar atividades de Química, visando promover a alfabetização científica, são importantes pois permitem a formação do cidadão crítico (SEDANO; CARVALHO, 2017).

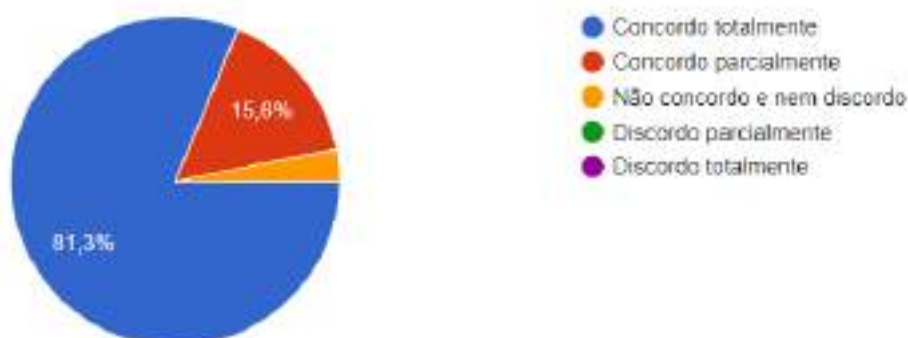
Interessante o resultado obtido na afirmação 9, onde 46,9% dos professores concordam parcialmente em evidenciar metodologia científica, fontes científicas e história da ciência em suas aulas. Em época onde as ‘fake news’ sobre as Ciências em geral surgem quase que diariamente e estas são vistas como verdades por muitos

membros da sociedade, entendemos que propor atividades desse tipo, mesmo que demandem tempo de estudo e dedicação por parte do professor, se fazem necessárias para a divulgação e popularização da ciência, um dos focos da alfabetização científica (VIZZOTTO; MACKEDANZ, 2020).

5.1.2 Questões sobre espaços não formais de educação

Semelhantemente às questões feitas sobre alfabetização científica, foi feita a seguinte afirmação aos professores: Espaços não formais, como museus, praças, parques auxiliam o professor em sua prática docente. O gráfico 2 indica a porcentagem referente ao de concordância com esta afirmativa.

Gráfico 2 – Grau de concordância quanto à afirmação "Espaços não formais, como museus, praças, parques auxiliam o professor em sua prática docente"



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Ao serem questionados sobre a utilização de espaços não formais de ensino em sua prática docente, 62,5% dos professores afirmaram que usam (50% esporadicamente e 12,5% regularmente) espaços como – exemplo dado por eles no questionário – parques, exposições, museus, visitas técnicas, praias, lagoas, praças, supermercados, viagens pedagógicas. Também foram citados espaços como bibliotecas e laboratório de informática.

Já 31,3% dos professores alegaram que não utilizam espaços não formais em sua prática docente. O quadro 9 traz a justificativa de nove professores questionados sobre o assunto.

Quadro 9 - Justificativas de alguns professores de não utilizarem espaços não formais em sua prática docente.

Professor 1. Infelizmente nossa escola não proporciona a saída para outros ambientes. Ocorre a necessidade de aluguel de transporte. A instituição não possui verba para tal.
Professor 2. A indisponibilidade de planejar as aulas e o não conhecimento de espaços não formais nas proximidades de onde leciono.
Professor 3. Falta de logística pela instituição e pouco tempo disponível.
Professor 4. Disponibilidade de tempo e responsabilidade que acarretar em retirar um aluno da escola.
Professor 5. A disciplina que ministro não tem interação com espaços não formais.
Professor 6. Dificuldades para adequar este tipo de "mudança de rotina" ao funcionamento da escola.
Professor 7. Tenho pouca experiência como professor, apesar de que em algum momento da minha formação eu tenha recebido instrução sobre aulas em espaços não formais, ainda não possuo conhecimento o suficiente sobre as potencialidades dos espaços fora da sala de aula e nem como utilizá-los ainda na prática docente.
Professor 8. Como minha disciplina é prática e geralmente ocorre no início dos períodos, os alunos ainda não adquiriam certa maturidade e o tempo o da disciplina é curto.
Professor 9. Não há estímulo nem apoio institucional para realização de ensino em espaços não formais. Já utilizei em cursos que a essa ação fazia parte do planejamento, entretanto, em geral, nas disciplinas tradicionais não há apoio no planejamento a essa prática. O planejamento nos cursos tradicionais é muito solitário e não faz parte do curso, apenas da atividade do professor.

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Falta de tempo, de logística e de apoio das instituições escolares são alguns dos argumentos utilizados por boa parte dos professores. Um professor, inclusive, alegou que talvez utilizaria mas salienta que a sua dificuldade é a docência ocorrer no turno noturno, o que geralmente dificulta a ida para boa parte dos espaços públicos. Talvez esta seja a ‘problemática’ que serviria para este docente em elaborar propostas educacionais deste modelo.

Assim, podemos observar que os professores questionados concordam que espaços de educação não formal auxiliariam nas suas aulas, que muitos tem alguma noção, do que seria este espaço e a sua importância no processo educacional – 62,5% indicam que regularmente e esporadicamente propõem atividades em diversos locais caracterizados como ‘não formais’ – e que, pra outros, falta de tempo e de estímulo institucional são entraves para o desenvolvimento de ações educativas em espaços não escolares.

É necessário inserir atividades neste tipo de local, de forma a permitir novas metodologias de ensino-aprendizagem que promovam o ensino de Química, sem contar que estas ações estão diretamente relacionadas com a promoção da

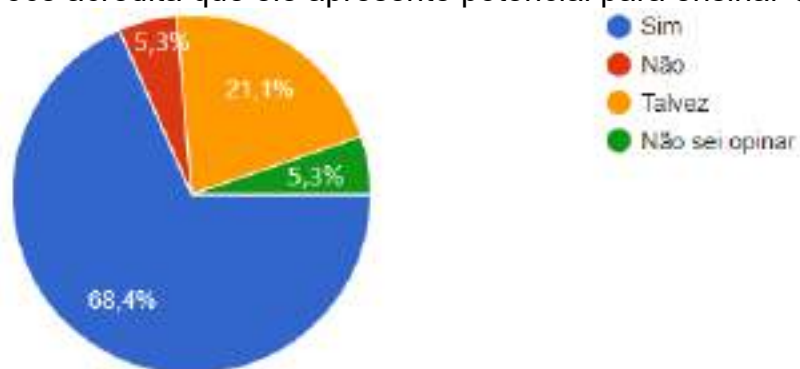
alfabetização científica. As poucas pesquisas feitas nesta área também indicam a necessidade de se incentivar mais trabalhos que visam a inserção da Química nos museus e nos centros de Ciência (GUZZI, 2014; STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018; STEOLA, 2019).

5.1.3 Questões sobre o Museu de Biologia Professor Mello Leitão e o ensino de Química

Dos 32 professores entrevistados, apenas 19 já visitaram o Museu de Biologia Professor Mello Leitão (59,4%); descreveram a experiência como ‘boa, pois podemos conhecer as espécies vegetais e animais do museu’, rica em informações e pesquisa sobre a diversidade local’, ‘maravilhosa por ser o primeiro museu visitado na vida’ e ‘bom para ensinar Biologia’ dentre várias outras, distribuídas em experiências pessoais de visita ou relacionadas à prática docente – normalmente de caráter interdisciplinar com a Biologia, Geografia ou História.

Uma outra questão sobre o museu feita aos professores participantes foi relacionada diretamente com o trabalho desta pesquisa: “Conhecendo o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ele apresente potencial para ensinar Química?”. O gráfico 3 indica as porcentagens para as respostas da pergunta.

Gráfico 3 - Respostas para a pergunta “Conhecendo o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ele apresente potencial para ensinar Química?”



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

A maior parte dos professores (68%) visualiza o potencial do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o ensino de Química. Isso é bom pois indica que estes

professores tem a capacidade, mesmo que inata, de ver o ensino de Química fora dos espaços escolares, tradicional e normativo. Podem ser capazes de desenvolver propostas de ensino em espaços de educação não formal assim como este. O que falta, às vezes, é a possibilidade destes professores de Química de desenvolver e de aplicar atividades em espaços de educação não formal, como museus e centros de Ciências, para a promoção do ensino de Química, área que carece de pesquisas e de propostas (PALMIERI; SILVA, 2017; STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018; MORI; KASSEBOEHMER, 2019).

Na questão seguinte, os professores deveriam indicar, dentre os pontos de visita mediada do museu, aqueles que, pela avaliação deles, permitem o ensino de Química; eles poderiam escolher mais de um e indicar, de acordo com a escolha feita, um conteúdo de Química que poderia ser abordado nesses pontos. O quadro 10 indica os pontos, a porcentagem de indicação destes pelos professores e algumas sugestões de conteúdos de Química em cada local.

Quadro 10 – Pontos de visita mediada do MBML, a porcentagem de indicação destes pontos pelos professores e algumas das sugestões de conteúdos de Química para cada local.

PONTOS DA VISITA MEDIADA (%)	SUGESTÕES DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA
1. Canhão de guerra (89,5)	Reações de oxirredução Corrosão Pólvora
2. Viveiro das aves (42,1)	Constituição das penas e impermeabilidade Composição das fezes
3. Serpentário (52,6)	Funções Orgânicas e suas Propriedades Ação química do veneno de uma serpente
4. Ponto de observação dos colibris (36,8)	Reações químicas Compostos orgânicos e inorgânicos Soluções.
5. Pavilhão de ornitologia (21,1)	-
6. Mata (73,3)	Funções Orgânicas e suas Propriedades Fotossíntese, fixação de CO ₂ Química de produtos naturais
7. Casa das epífitas e jardim rupestre	Funções Orgânicas e suas Propriedades

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

As sugestões feitas pelos professores questionados coincidem com boa parte das abordagens de Química propostas durante o planejamento de atividades para a elaboração da proposta didática (quadro 6). Alguns professores indicaram a possibilidade de explorar a educação ambiental – um disse que somente daria para abordar essa temática nos pontos. Discussões ambientais também estão inseridas

dentro da proposta, já que a mesma ocorre num museu de Ciências localizado dentro de um pequeno trecho da Mata Atlântica capixaba.

5.1.4 Considerações a serem feitas a partir do questionário com professores

Professores com experiência, com tempo de docência em aula de Química para o Ensino Médio diversificada, experientes, com a maioria lecionando em escolas públicas. Por qual motivo existiria tanta justificativa em não se propor atividades de ensino de Química em espaços de educação não formal? Principalmente com a noção evidente da importância de se promover o ensino de Ciências para a formação da consciência crítica e da alfabetização científica.

Considerando as respostas e o perfil dos professores que se dispuseram a responder o questionário, levantamos alguns pontos que possam ter influência nos dados obtidos nesta pesquisa: a formação docente, a quantidade de museus de Ciências existentes na região dos professores, o hábito pessoal em se frequentar espaços científicos e culturais, a prática pedagógica individual, as políticas públicas estaduais e federais.

É necessário que os professores de Química enxerguem suas aulas como uma possibilidade de transpor o teor tradicional das aulas de Ciências da Natureza, focadas basicamente em desenvolver teorias, explicações e cálculos. A abordagem científica em suas aulas devem promover um conhecimento muito mais amplo do que normalmente é feito. Esta é uma das propostas de desenvolver a alfabetização científica. Esta é uma necessidade urgente frente a diversos retrocessos recentes nas áreas educacionais e científicas brasileiras.

Ações educativas em espaços como os museus de Ciências aproximam estes do universo escolar, e isso é bom, pois garantem novas problematizações neste campo de ensino de Química e, por consequência, novas pesquisas, novas atividades e, principalmente, valorização dos museus como espaços para a educação, independentemente de sua tipologia bibliográfica.

Por fim, esta percepção feita em um grupo de professores apontam a importância e necessidade de promover a alfabetização científica a partir de atividades educacionais em museus, atividades estas que podem colaborar na aprendizagem de Química, ao mesmo tempo em que auxilia na formação de criticidade em nossos alunos.

5.2 PRODUTO EDUCACIONAL

5.2.1 'Tem Química no museu?'

Este é o título do produto educacional resultado desta pesquisa, elaborado como um guia didático para o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão (APÊNDICE 9). A figura 19 mostra a capa do guia didático.

Figura 19 - Capa do guia didático 'Tem Química no museu?'



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

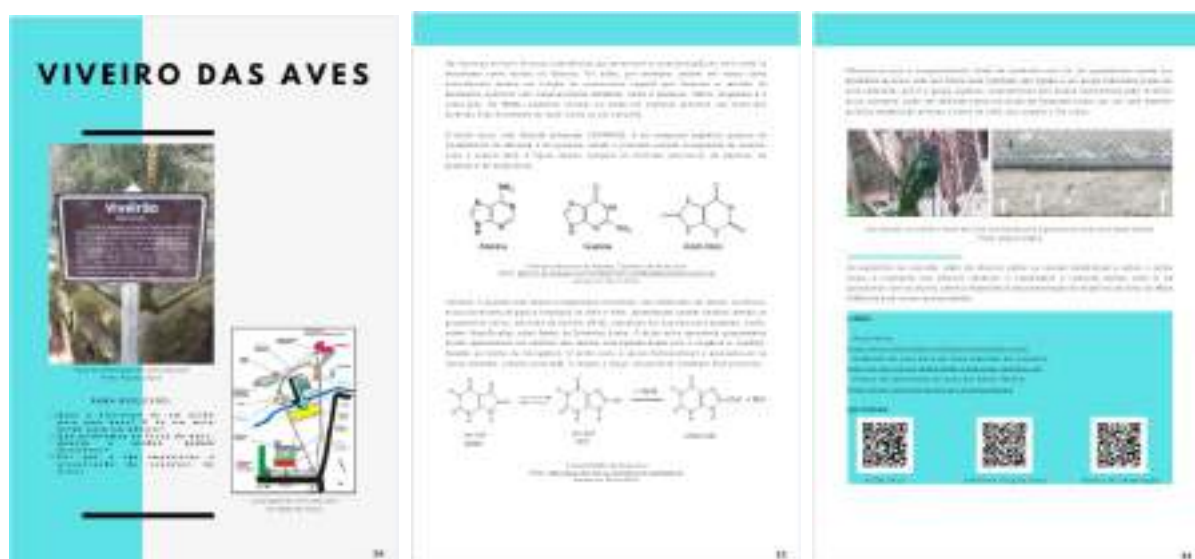
Ele possui um texto introdutório, e antes das propostas de atividades para o ensino de Química no museu, são apresentados textos sucintos que explicam ao professor a importância da alfabetização científica e de se ensinar Química em museus, além do porquê deste trabalho ter sido proposto neste museu. É importante que o material

tenha todas estas informações, para que o professor-mediador possa compreender as propostas de ensino neste espaço de educação não formal.

Na sequência, é explicado ao professor como as propostas no guia estão organizadas. A figura 20 indica esta disposição para o ponto ‘viveiro das aves’. Para cada ponto são indicados:

- Um mapa mostrando sua posição dentro do museu;
- Algumas informações sobre o local;
- As abordagens de Química para cada parada, com textos e ilustrações para auxiliar o professor nas explicações e no preparo das mediações;
- Sugestões de atividades e de questões para reflexão;
- Links de textos, artigos, vídeos, dentre outros.

Figura 20 - Exemplo da organização e disposição das propostas didáticas no guia



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020).

Foram inseridos no guia diversos *QR codes*¹² que é a sigla para *Quick Response*, resposta rápida. O código QR é um tipo de código de barras utilizado para armazenar endereços eletrônicos que pode ser lido pelas câmeras de alguns smartphones ou por aplicativos, levando o usuário para um site específico. Existem diversos aplicativos gratuitos que leem estes códigos para a instalação nos aparelhos.

¹²Para o guia, os códigos foram gerados, gratuitamente, pelo endereço eletrônico <https://br.qr-code-generator.com/>

A utilização destes códigos pode auxiliar as atividades propostas pelo professor ao aplicar o guia como permitir a leitura de documentos ou a visualização de vídeos durante a sua mediação, por exemplo, porém seu uso dependerá da avaliação do professor quanto ao momento apropriado e, mais uma vez, das particularidades do grupo de alunos.

Também foi criado um perfil¹³ na rede social Instagram, para dar suporte virtual aos professores-mediadores, para auxiliar na divulgação deste produto e, também, na divulgação do Museu de Biologia Professor Mello Leitão - figura 21.

Figura 21 – Perfil do “Tem Química no Museu?” no Instagram



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

¹³@temquímicanomuseu

5.2.2 Abordagem de Química no ‘Tem Química no museu?’

A construção da proposta didática para o ensino de Química considerou, a partir de planejamentos prévios, os pontos da visita mediada já utilizado pelo Museu de Biologia Professor Mello Leitão – item 5. Nos tópicos a seguir, indicamos estas propostas e as sugestões de abordagens feitas para cada ponto.

5.2.2.1 Auditório do MBML

O auditório – figura 22 - é uma construção localizada logo na entrada e costuma ser o local do início da caminhada. O MBML possui estrutura no auditório para a ocorrência de palestras, explicações das ações desenvolvidas no museu e diversas outras atividades.

Figura 22 – Vista do auditório do MBML



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Aqui, sugerimos um momento de conversa ou de um breve debate, enfatizando a importância e o papel do museu para a comunidade e para a ciência local, nacional e internacional. Pode-se também, de acordo com a disponibilidade do museu, inserir a fala de algum mediador do espaço para descrever um pouco da história e de outros aspectos do museu. Além disso, podem ocorrer também a aplicação de questionários e testes, além das orientações necessárias para o início da caminhada, de acordo com as atividades planejadas.

5.2.2.2 Canhão de guerra

O canhão foi um presente dado a Augusto Ruschi pelo Exército Brasileiro e está localizado no trajeto entre o auditório e o viveiro das aves, próximo à rua. Como o mesmo encontra-se enferrujado – figura 23 – sugerimos, inicialmente, discutir conceitos de eletronegatividade, transferência de elétrons e de oxidação/redução, além de abordar a importância do fenômeno de corrosão (itens 3.3.4.1 e 3.3.4.3).

Figura 23 – Canhão de guerra com detalhe para sua oxidação



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Neste ponto sugerimos, a partir da participação dos alunos, listar estruturas metálicas existentes em ambientes públicos que podem ou não oxidar: peças de pontes, postes, fiação elétrica, etc. Se existir a possibilidade, é importante que o professor mostre peças de metal não oxidadas e comparar com o metal oxidado do canhão. Algumas questões, para reflexão, podem ser feitas, para facilitar a mediação, como as seguintes: *Qual a diferença entre o fenômeno químico 'oxidação' e o uso popular do termo? Será que a oxidação de metais é tão ruim, assim? Como evitar a oxidação de metais? Quais os tipos de corrosão que existem?*

5.2.2.3 Viveiro das aves

Aqui temos um grande espaço que contém pássaros apreendidos por órgãos de fiscalização e que se encontram no museu por não terem condições de readaptação ao meio natural – figura 24. Sugere-se iniciar a explicação retomando a discussão anterior sobre corrosão e ferrugem, já que todo o viveiro é cercado por telas metálicas.

As fezes das aves são ricas em ácido úrico, sendo corrosivas quando dissolvidas em água (FIORUCCI; SOARES; CAVALHEIRO, 2002). Uma forma de abordar e discutir este assunto é, por exemplo, comentar o quanto estas fezes estragam pinturas automotivas, caso a limpeza seja feita de forma incorreta – o meio ácido é catalisador de processos corrosivos.

Figura 24 – Vista lateral do viveiro das aves



1
Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020).

Ao pararmos no viveirão, além de discutir sobre as teorias ácido-base e sobre o ácido úrico (item 3.3.4.2), o momento nos permite observar e contemplar a cantoria destas aves e de questionar com os alunos sobre a importância da preservação de espécies de aves da Mata Atlântica e de outros ecossistemas. Podemos refletir com os alunos, também, sobre: *Qual a diferença de um ácido para uma base? E de um meio ácido para um básico? Por que é tão importante a preservação de espécies de aves?*

5.2.2.4 Serpentário

O ideal é que qualquer discussão feita neste ponto da caminhada ocorra antes da visita ao serpentário, figura 25, devido à fobia que algumas pessoas possuem às serpentes. A visitação seria facultativa. Ao se caracterizar os venenos das serpentes podemos estudar um pouco sobre as proteínas, suas estruturas e funcionalidade.

Figura 25 – Corredor do serpentário



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Ao abordar este assunto, sugerimos salientar as pesquisas feitas com as substâncias constituintes do veneno, como a crotoxina, uma enzima existente nos venenos das cascavéis (item 3.3.4.4.2) que apresenta potencial como anti-inflamatório, analgésico e antitumoral. Este tipo de pesquisa é importante para o desenvolvimento de novos fármacos que podem ser empregados no tratamento das mais diversas condições patológicas.

É válido discutir também a redução do espaço natural devido ao avanço urbano e agrícola que, por consequência, interfere diretamente no habitat das serpentes; um outro fator que ameaça a sobrevivência das serpentes é o temor da população, que acaba sacrificando estes animais, muitas vezes sem razão aparente.

É importante destacar, também, a conservação das espécies nativas, no que se refere a controle e equilíbrio biológico. Para a reflexão com o grupo destacamos os seguintes pontos: *Qual a constituição do veneno das serpentes? Em quais áreas das Ciências o conhecimento sobre o veneno das serpentes poderia ser útil? Por que é tão importante preservar as espécies nativas de cobras, peçonhentas ou não?*

5.2.2.5 Ponto de observação dos colibris

O ponto alto da caminhada pois podemos observar, com grande proximidade, os diversos beija-flores existentes no museu. A sugestão é que a abordagem seja feita antes da chegada ao espaço – figura 26 – não esquecendo de lembrar a todos da manutenção do silêncio para não espantar as aves. Os colibris ou beija-flores são um dos menores vertebrados endotérmicos, ou seja, conseguem manter a temperatura corpórea constante. É por isso que sua taxa metabólica específica seja muito elevada para garantir a manutenção desta temperatura interna – seu metabolismo é cerca de 30 vezes maior ao de um homem (DIAMOND et al., 1986).

Figura 26 – Bebedouros de beija-flores no ponto de observação



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Pode-se abordar, nesta parada da visita, a caracterização dos carboidratos (tipos, estruturas e importância - item 3.3.4.4.1), algumas medidas de concentração de soluções e o preparo das soluções nutritivas para os colibris (item 3.3.4.1), disponibilizadas no local para o consumo destes e de outros animais – é possível ver outras espécies de aves e de insetos que usam da água açucarada do bebedouro

para a alimentação – lembrando que a manutenção e limpeza é quase que diária, devido à fermentação que o açúcar sofre.

A questão metabólica também deve ser bem discutida, principalmente se formos comparar o metabolismo do beija-flor com o do ser humano. No mais, é aproveitar o espetáculo oferecido por estes animais durante o seu voo. Para reflexão, sugerimos as seguintes questões: *Por qual motivo um beija-flor necessita ingerir tanto carboidrato, diariamente? Água com açúcar nos bebedouros para beija-flores faz bem ou faz mal a eles? Do que é feito o néctar das flores? Qual a sua função?*

5.2.2.6 Pavilhão de ornitologia

A parada no pavilhão de ornitologia – figura 27 – é um momento de descanso e de visitação às espécies animais taxidermizadas em exposição neste espaço. Aqui, podemos comparar os procedimentos relacionados à taxidermia com a técnica de plastinação, que utiliza a impregnação de polímeros (item 3.3.4.4.3) na peça que será conservada, aumentando sua vida útil e mantendo sua aparência bem próxima do 'aspecto vivo'.

Figura 27 – Aves taxidermizadas expostas no pavilhão



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Mesmo com diversos exemplos, como estes das técnicas de conservação, que indicam a funcionalidade e a importância que os polímeros possuem, é necessário lembrar e discutir sobre o excesso no consumo de materiais plásticos pelo mundo moderno: é evidente a necessidade da redução no consumo de plásticos e a possibilidade da reciclagem de boa parte destes resíduos. Identificar formas de redução ou de reaproveitamento destes polímeros em nosso dia a dia nos torna mais responsáveis e conscientes do nosso papel de cidadão. Além disso, a Ciência também nos tem ajudado quanto a isso, produzindo atualmente plásticos a partir de polímeros biodegradáveis sintéticos ou naturais.

Permitir momentos para a discussão sobre a indústria e o uso dos plásticos é sempre de grande aprendizagem, para todos os envolvidos. Nesta parada no pavilhão torna-se um momento indicado para isto. Algumas questões para facilitar a mediação e reflexão neste ponto seriam: *O que são plásticos? Qual a diferença entre plásticos e polímeros? Liste benefícios e malefícios do uso de plásticos pela humanidade. Do que se trata a técnica de taxidermia?*

5.2.2.7 A mata

Qualquer parada próxima à vegetação – figura 28 – a partir do pavilhão de ornitologia nos permite abordar diversos assuntos relacionados ao crescimento vegetal. O ponto de partida viria de observações no ambiente, percebendo e caracterizando a influência que a luz possui no crescimento vegetal. Assim, pode-se discutir, também, sobre a fotossíntese (item 3.3.4.5) e sua complexa cadeia reacional que leva à formação de carboidratos.

A luz interfere no crescimento vegetal de formas diferentes, dependendo do comprimento de onda e da fase de desenvolvimento vegetal, da duração e da sua intensidade. Sugere-se contextualizar a fotossíntese e a participação da luz neste fenômeno com o crescimento vegetal e o desenvolvimento da Mata Atlântica, além de salientar a importância da preservação deste bioma. Algumas outras questões podem ser levantadas, a partir da mediação do professor: *Como a luz influencia na*

fotossíntese? Caracterize esta mata, relacionando a incidência de luz no crescimento vegetal.

Figura 28 – Parte da vegetação dentro do MBML.



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

5.2.2.8 Casa das epífitas e jardim rupestre

A casa das epífitas é o local onde se mantém uma coleção viva de plantas nativas da Mata Atlântica, como bromélias, cactos, samambaias, dentre outras, e o jardim rupestre é um espaço em que se procura reproduzir ambientes pedregosos constituído de espécies de plantas nativas do Espírito Santo - figura 29. Ao andar por esta área do museu, indica-se observar as plantas existentes, suas particularidades e a existência de ceras nas folhas das plantas.

Figura 29 – Casa das epífitas e jardim rupestre



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Sugerimos abordar aspectos de solubilidade em água e a característica hidrofóbica da superfície cuticular das plantas (item 3.3.4.1), que pode ser observada por uma atividade simples pode ser feita neste ponto: pingar gotas de água sobre a superfície das folhas. Não existirá interação química entre a água e a superfície, fazendo com que a água escorra por completo ou forme gotículas ou gotas devido à tensão superficial.

É importante abordar, também, que esta síntese de ceras e sua impregnação nas folhas são características evolutivas e adaptativas para a sobrevivência na superfície terrestre. Para reflexão, podem ser feitas as seguintes questões: *Por que é importante esta impermeabilização das folhas das plantas? Você é capaz de explicar, quimicamente, o porquê da hidrofobia das folhas? Relacione esta característica com a evolução das plantas terrestres.*

5.2.2.9 Considerações a serem feitas sobre as propostas de ensino presentes no guia

Como já mencionado, ações de ensino de Química em museus, ou seja, em espaços educativos não formais, não devem ser elaborados visando, prioritariamente, o ensino tradicional, curricular, ao mesmo tempo em que se espera do professor, ao aplicar as atividades sugeridas, não as vincular a modelos avaliativos também tradicionais.

Todos as abordagens foram elaboradas de forma clara, simples e objetivas, para auxiliar o professor-mediador no preparo de suas atividades no museu, podendo ser utilizado pelo mesmo em outras atividades com seus alunos - inclusive permitem que o professor possa inserir o Museu de Biologia Professor Mello Leitão em suas aulas regulares, como uma forma de divulgação do museu e de divulgação científica.

De acordo com a abordagem feita pelo professor que utilizará o guia, existe a possibilidade de promover aspectos da alfabetização científica a partir de um espaço de educação não formal, o que dependerá do planejamento da visita/aula, da personalidade de suas turmas, dentre diversos outros fatores que tem influência direta no que será proposto pelo professor como abordagem em cada ponto.

A partir dos “Indicadores de Alfabetização Científica” – quadro 5 - listamos algumas destas possibilidades para cada ponto de discussão dentro do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, o que também servirá como forma de auxiliar o professor na elaboração de sua intervenção:

- Auditório: 1 (a e c); 2 (a e b); 3; 4
- Canhão de guerra: 1 (a); 2 (a); 4
- Viveirão das aves: 1 (a); 2; 3 (a); 4
- Serpentário: 1; 2 (a e c); 3; 4
- Ponto de observação dos colibris: 1 (a e b); 2 (a); 3; 4
- Pavilhão de ornitologia: 1 (a e b); 2 (a e c); 3 (c); 4
- Mata: 1 (a e b); 2; 3 (c); 4
- Casa das epífitas e jardim rupestre: 1 e 4

Vale recordar que todas estas informações sobre a abordagem química, os códigos QR, as sugestões e as possibilidades de Alfabetização Científica – estão presentes no produto didático ‘Tem Química no museu? Guia didático para o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão’ (APÊNDICE 9).

5.2.3 Validação do produto didático

A primeira etapa de validação do guia ocorreu no dia 20 de fevereiro de 2020, presencial e por pares, sendo oito professores de diferentes disciplinas da educação básica, todos membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal (Gepac) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Foi proposto ao grupo discutir e avaliar a pertinência das abordagens propostas de ensino não formal no Museu de Biologia Professor Mello Leitão frente à contextualização, à interdisciplinaridade e à alfabetização científica.

Para isso foi entregue a cada participante um guia impresso, o termo de consentimento e um instrumento de validação (APÊNDICE 1). Durante a apresentação do guia foi permitido o esclarecimento de dúvidas e apontamentos de sugestões para o material, que também foram registrados no instrumento.

Para cada questão do instrumento de análise foi atribuído um valor de suficiência com uma graduação crescente – valores de 1 a 5 – em termos de coerência à proposta sugerida: quanto maior o valor atribuído, maior a coerência. Assim, os pontos altos e baixos do guia e possíveis alinhamentos antes de sua aplicação podem ser observados. A tabela 2 ilustra os valores atribuídos a cada questionamento indicado no instrumento de validação do guia.

Tabela 2 - Resultado da 1ª etapa de validação entre pares referente ao guia didático

ITENS AVALIADOS	VALORES DE SUFICIÊNCIA				
	1	2	3	4	5
Item A – Estrutura e organização do guia didático					
A.1. Objetivos da proposta	-	-	-	-	8
A.2. Clareza da proposta	-	-	-	1	7
A.3. Aspecto visual	-	-	4	2	2
A.4. Linguagem utilizada	-	-	1	1	6
A.5. Oferta de informações	-	-	-	1	7
A.6. Qualidade e originalidade	-	-	-	-	8
Item B – Ensino/Aprendizagem de Química e contextualização					
B.1 Percurso do Museu e conteúdos	-	-	-	-	8
B.2. Conhecimento Coloquial e Científico	-	-	-	1	7
B.3. Conhecimentos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais	-	-	2	4	2
B4. Tema, Fenômeno, Conceitos	-	-	1	1	6
B5. Ensino de Química	-	-	-	-	8

B6. Ensino de Química e contextualização	-	-	-	1	7
B7. Abrangência dos diversos níveis de educação	-	-	2	4	2
B8. Propõe interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento	-	-	-	3	5
<hr/>					
Item C – Indicadores da alfabetização científica no percurso do museu					
C1. Indicador Científico	-	-	-	-	8
C2. Indicador Interface Social	-	-	2	-	6
C3. Indicador Institucional	-	-	-	2	6
C4. Indicador Interação	-	-	-	1	7

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Quanto à estrutura e organização do guia, a maioria dos itens avaliados tiveram os maiores valores de suficiência assinalados indicando que, no geral, o guia didático encontra-se bem estruturado e organizado, com destaque para os objetivos e a clareza da proposta, além da qualidade e originalidade. O aspecto visual não foi bem avaliado, com destaque nas justificativas para a fonte utilizada nos textos e o excesso de informações na capa do guia.

Quanto ao item Ensino/Aprendizagem de Química e contextualização a maioria foi bem avaliada, com destaque ao percurso do museu e conteúdo, conhecimento coloquial e científico, ensino de Química, ensino de Química e contextualização. O item B.3 foi indicado por alguns avaliadores como não claros ou não identificáveis, sendo esta observação levada em consideração para adequação; quanto à abrangência dos diversos níveis de educação alguns alegaram que o guia pode ser adaptado para o Ensino Fundamental, para alguns momentos de aulas de Ciências porém o guia apresenta abordagens voltados principalmente para alunos do Ensino Médio.

O último item avaliava os indicadores da alfabetização científica – científico, interface social, institucional e interação. A maioria dos avaliadores deram valor 5 de suficiência para todos os itens, indicando que as propostas do guia permitem a promoção da alfabetização científica dentro do percurso do museu.

A análise dos resultados desta 1ª etapa de validação *a priori* com os pares indica a importância da mesma, já que o pesquisador pode ser capaz de perceber diferentes

observações, além da sua, sobre o mesmo trabalho, atribuindo qualidade, ratificação das propostas ao trabalho e melhorias.

Após adequações feitas de acordo com as observações feitas na primeira validação, a segunda etapa de validação ocorreu no período de 1º a 11 de outubro de 2020, de forma virtual e por pares, sendo estes seis professores licenciados em Química, atuantes em turmas do Ensino Médio.

Para isso foi entregue a cada participante um guia, o termo de consentimento e um instrumento de validação (APÊNDICE 2) para avaliar, principalmente, os aspectos relacionados ao Ensino de Química. Todo este material foi disponibilizado em versão digital no Google Formulários.

Caso necessário, cada avaliador poderia entrar em contato com o pesquisador, via e-mail, para o esclarecimento de dúvidas; apontamentos de sugestões e críticas para o material, podiam ser registrados no instrumento de validação on-line. A tabela 3 indica os valores atribuídos pelos professores de Química a cada questionamento indicado no instrumento de validação do guia.

Tabela 3 - Resultado da 2ª etapa de validação entre pares referente ao guia didático

ITENS AVALIADOS	VALORES DE SUFICIÊNCIA				
	1	2	3	4	5
Item A – Estrutura e organização do guia didático					
A1. Qualidade e originalidade do guia didático	-	-	1	-	5
A2. Clareza e inteligibilidade da proposta	-	-	1	1	4
A3. Oferta de informações	-	-	1	1	4
A4. Referencial Teórico/Bibliografia	-	-	1	-	5
Item B – Ensino/Aprendizagem de Química e contextualização					
B1. Objetivos e Conteúdos	-	-	1	1	4
B2. Conhecimento Coloquial e Científico	-	-	1	-	5
B3. Tema, Fenômeno, Conceitos	-	-	1	-	5
B4. Ensino de Química	-	-	1	-	5
B5. Abrangência dos diversos níveis de educação	-	-	1	1	4
B6. Propõe interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento	-	-	1	1	4
Item C – Indicadores da alfabetização científica no percurso do museu					
C1. (Eixo 1) Compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais	-	-	-	2	4
C2. (Eixo 2) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática	-	-	-	2	4
C3. (Eixo 3) Entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente	-	-	-	2	4

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Nesta avaliação feita por professores de Química, o guia didático foi sinalizado como bem estruturado e organizado, com destaque para a qualidade e originalidade e para o referencial teórico e a bibliografia. Quanto ao item Ensino/Aprendizagem de Química e contextualização a maioria dos critérios foi, novamente, bem avaliado, com destaques para o itens conhecimento coloquial e científico, Tema, Fenômeno, Conceitos e o ensino de Química.

Referente ao item B.5, sobre a abrangência dos diversos níveis de educação, um professor afirmou que trabalha “*com alunos do ensino infantil ao fundamental e vejo um material com possibilidade de ensino de química até para este público, com adequações, claro*”; observação semelhante já havia sido feita na primeira validação. Este tipo de retorno, ainda sem a aplicação do guia, é motivacional para a conclusão do projeto. O último item avaliava os indicadores da alfabetização científica no percurso do museu que, novamente, foi bem avaliado – valor 4 e 5.

Portanto, após análise dos resultados destas avaliações, foi possível fazer as adequações sugeridas e necessárias no produto didático de forma satisfatória, para possibilitar a aprendizagem de Química do aluno, com possibilidades de promoção da alfabetização científica.

5.3 APLICAÇÃO DO PRODUTO DIDÁTICO

O objetivo inicial era levarmos os alunos até o Museu de Biologia Professor Mello Leitão para que, com a mediação ocorrendo no espaço museal, esta fosse o meio para aplicação das propostas didáticas contidas no produto e de verificação da aprendizagem de Química. Esta visita estava prevista para o mês de abril de 2020 porém, com a declaração em março deste mesmo ano, de pandemia de Covid-19 feito pela Organização Mundial da Saúde, diversas ações a nível global foram tomadas, sendo a interrupção das aulas presenciais nas escolas do Brasil uma delas, demandando destas instituições a tomadas de decisões rápidas, como as diversas iniciativas para a educação remota, e que as mesmas fossem bem-sucedidas.

Essas etapas referem-se, por exemplo, a planejamentos, capacitações de todos os envolvidos, docentes e discentes, fora a preparação e adequação de uma infraestrutura tecnológica, cujo tempo para estas adequações era fundamental; ao mesmo instante, o preparo e a execução das aulas remotas ocorreram, exigindo do docente uma demanda de tempo que ia muito além de sua carga horária regular.

Assim, diversos questionamentos começaram a serem feitos, para dar prosseguimento à pesquisa: Toda a proposta didática presente no produto serviria apenas para uma visita ao museu? Como fazer esta aplicação do produto com o distanciamento físico exigido pelos órgãos de saúde? Seria possível usar os recursos já disponíveis para as aulas remotas para a mediação no museu? E a motivação, a experiência individual em se visitar o museu? Perde-se qualidade? Seria possível alcançar os objetivos traçados durante a pandemia?

Foi pensado, por exemplo, em fazer uma transmissão diretamente do museu, como as diversas *lives* que se tornaram frequentes durante o distanciamento, ou a criação de um site para o guia, dispondo de recursos para que o aluno fizesse a sua visita virtual: questões de logística, de condições tecnológicas, tempo para elaboração do site, dentre outros fatores impediram de manter estas possibilidades.

Levando em consideração a rotina de aulas remotas, desde março, e a etapa final do ano letivo, decidimos que a aplicação seria feita nestas aulas, no molde virtual, sendo planejada como se estivéssemos percorrendo o espaço do museu e fazendo as paradas definidas. As idas prévias ao museu, com registro de fotos e vídeos permitiram enriquecer esta 'visita virtual' com recursos audiovisuais. As aulas remotas na escola ocorreram pelo aplicativo de webconferência Cisco WebEx, cuja versão gratuita permite reuniões com duração máxima de 50 minutos.

Nas três semanas que antecederam a 'visita' ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão, apenas como uma forma de diversificar as aulas remotas daquele período, foi apresentado às turmas do ensino médio o momento '*Se a escola não vai ao museu*': foi utilizado um breve momento na primeira aula da semana para a apresentação e divulgação de alguns museus, trazendo aspectos de sua criação e de sua importância como um local de preservação, de pesquisa e de educação, contemplando coleções

de valor histórico, artístico e científico (BRASIL, 2009). Foram apresentados, por exemplo, o Museu da Imigração Pomerana, localizado em Santa Maria de Jetibá, ES, o Museu do Amanhã, na cidade do Rio de Janeiro e o Museu Catavento, na cidade de São Paulo. A figura 30 ilustra uma destas aulas, para a turma da 1ª Série, onde foi apresentado o Museu de Ciências da Vida, localizado na UFES, campus Vitória.

Figura 30 – Momento ‘Se a escola não vai ao museu’ das aulas remotas



Fonte: (FABRI JUNIOR, 2020)

Para a visita virtual ao museu, foram planejadas quatro aulas de 50 minutos que, de forma geral, buscaram apresentar o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, a partir de pontos de visitação/mediação pré-existentes para alunos, além de abordar aspectos relacionados ao Ensino de Química a estes pontos, visando também a promoção da Alfabetização Científica (MARANDINO et al., 2018). O quadro 11 resume o que foi proposto para estas quatro aulas.

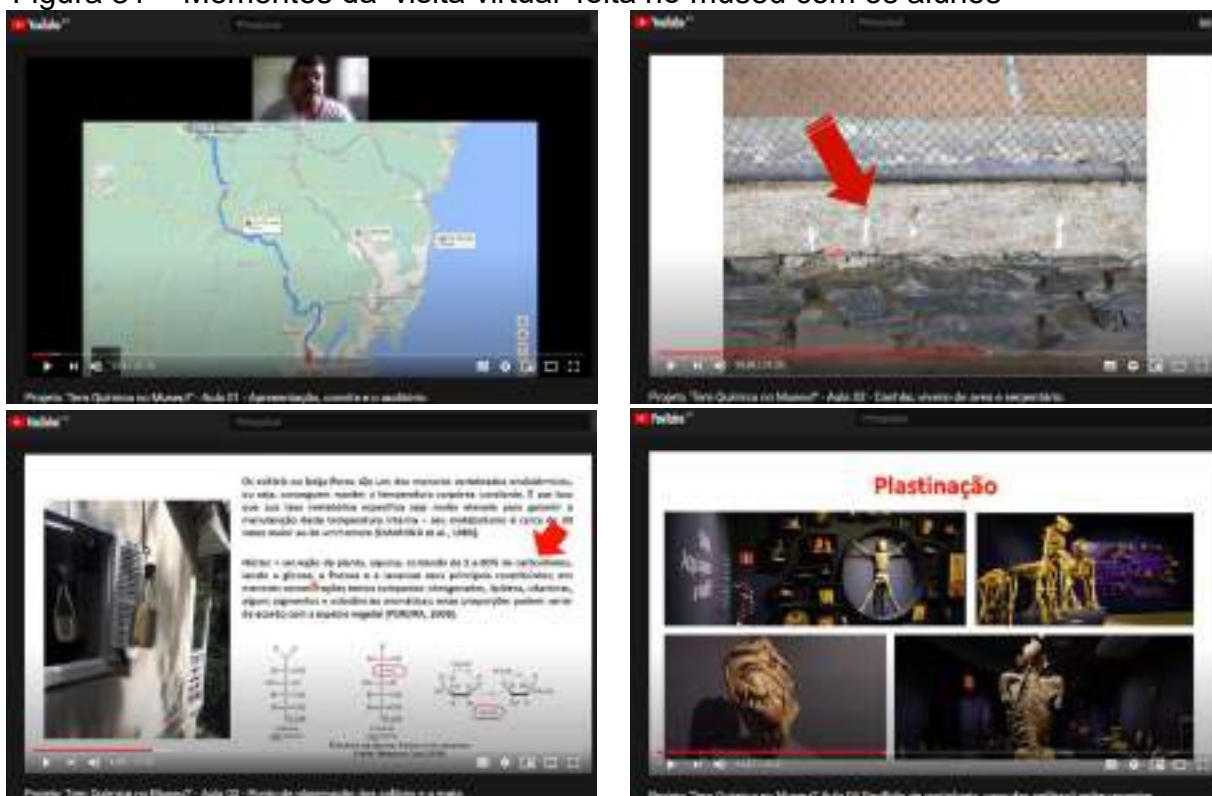
Quadro 11 - Resumo da ‘visita virtual’ ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão

SÉRIE	3ª Série do Ensino Médio
ESCOLA	Colégio Castro Alves – Cariacica – ES
TEMPO ESTIMADO	Quatro (4) aulas, com duração de 50 minutos cada
RECURSOS PEDAGÓGICOS	Internet, Slides, Fotos e Vídeos, Aplicativo para Web Conferência Cisco Webex
AULA 01 (Aula zero) Data: 21/10/2020 Horário: 09:10 as 10:00	“Ida” de Cariacica até o museu - Auditório - Apresentação do Museu de Biologia Professor Mello Leitão; - Apresentação da pesquisa e da proposta; - Envio dos termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido para os alunos e responsáveis; - Envio do Questionário Pré-visita.
AULA 02 Data: 28/10/2020	Canhão - Breve apresentação do ponto (aspectos históricos);

<p>Horário: 09:10 as 10:00</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização e explicação sobre o processo de formação da ferrugem do canhão, relacionando o fenômeno observado com o dia a dia; <li style="padding-left: 40px;">Viverão das aves - Breve apresentação do ponto; - Explicação de teorias ácido-base, relacionando-as com a produção de ácido úrico pelas aves; - Destacar a importância na preservação de aves e dos espaços que cuidam destes animais.
<p style="text-align: center;">AULA 03 Data: 28/10/2020 Horário: 14:00 as 14:50</p>	<p style="text-align: center;">Serpentário</p> <ul style="list-style-type: none"> - Breve apresentação do ponto; - Explicação sobre proteínas (estruturas, formação, funções), relacionando com os venenos das serpentes; - Apontamento sobre a crotoxina produzida pelas cascavéis; - Destaque à importância ecológica das serpentes. <p style="text-align: center;">Ponto de observação dos colibris</p> <ul style="list-style-type: none"> - Breve apresentação do ponto; - Explicação sobre metabolismo, carboidratos, néctar e solução nutritiva dos beija-flores; - Visualização, por vídeos, do voo das aves neste ponto.
<p style="text-align: center;">AULA 04 Data: 28/10/2020 Horário: 14:55 as 15:45</p>	<p style="text-align: center;">Pavilhão de ornitologia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Breve apresentação do ponto; - Explicação sobre polímeros, relacionando-os com as técnicas de taxidermia e plastinação; - Discutir sobre o uso de plásticos pela humanidade. <p style="text-align: center;">Mata</p> <ul style="list-style-type: none"> - Breve explicação sobre a Mata Atlântica (características e importância); - Explicação sobre fotossíntese, relacionando com a influência da luz, do ambiente e da ação do homem; <p style="text-align: center;">Casa das epífitas e jardim rupestre</p> <ul style="list-style-type: none"> - Breve apresentação do ponto; - Explicação sobre solubilidade, polaridade, hidrofobia; - Breve prática com folhas para visualização do fenômeno químico.

Estas aulas foram desenvolvidas de forma remota, sendo salvas e disponibilizadas aos alunos para posterior visualização, caso necessário, na plataforma YouTube. A figura 31 mostra a captura de tela de instantes destas quatro aulas.

Figura 31 – Momentos da ‘visita virtual’ feita no museu com os alunos



Fonte: (FABRI JUNIOR, 2020)

5.4 QUESTIONÁRIO COM OS ALUNOS

Vinte e nove alunos responderam aos questionários pré-visita logo após a aula 01, onde foi feita a “ida” da escola até o museu, ocorrendo uma breve apresentação do Museu de Biologia Professor Mello Leitão e da pesquisa e proposta do projeto, além do envio dos termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido para os alunos e responsáveis.

Após a aula 04 foi enviado o questionário pós-visita, onde vinte e um alunos responderam dentro do prazo estabelecido. Numa conversa com a coordenação pedagógica, foi verificado que alguns alunos alegaram ‘cansaço devido ao excesso de atividades remotas das diversas disciplinas’ o que pode justificar a queda do número de respostas do segundo questionário.

5.4.1 Questionário pré-visita

Para o grupo de alunos que respondeu ao questionário anteriormente à aula no museu, a internet (48,26%), os filmes (41,38%) e os livros (34,48%) possuem ótimo papel em seu aprendizado; entretanto, para 75,9% destes alunos, o professor tem um ótimo papel em seu aprendizado, para o seu interesse sobre Química e as Ciências da Natureza em geral. De imediato, destacamos a importância da figura do professor na visão dos alunos, no que diz respeito aos processos de ensino-aprendizagem e que, principalmente para o Ensino de Ciências, estes processos tem resultados significativos quando são elaborados a partir de questões sociais, tecnológicas e científicas (RODRIGUES; QUADROS, 2019).

Museus de Artes, exposições, feiras de Ciências e parques botânicos foram alguns dos lugares mais citados pelos alunos que já visitaram a algum espaço – inclusive estes alunos reconhecem a ótima/boa influência que estes espaços tiveram em seu aprendizado e no seu interesse sobre a Química e as Ciências da Natureza em geral – 77,78% para os museus e 88,89% para as exposições, por exemplo – o que indica que a maioria tem ciência da importância destes espaços na divulgação e popularização científica, papel de fundamental importância como destacam Cazelli et al. (1999) e Marandino (2002).

No que se refere ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão, apenas um aluno afirmou conhecer o espaço a partir de uma visita familiar. Na tabela 4 podemos visualizar, em porcentagem, as respostas dadas por eles quando foram questionados sobre a ‘visita’ que seria feita ao museu.

Tabela 4 – Opinião dos alunos (%) referentes as respostas dadas sobre a aula que seria feita no MBML

Questões	Sim	Não	Talvez	Não sei opinar
1. Com relação à aula que será realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela poderá lhe proporcionar uma melhoria no seu conhecimento em Química?	89,65	-	10,35	-
2. Com relação à aula que será realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela poderá lhe proporcionar uma melhoria na sua visão do mundo, enquanto cidadão?	72,41	4,76	22,83	-
3. Você acredita que este tipo de atividade pode ser importante para a sua motivação em aprender?	79,31	4,76	15,93	-

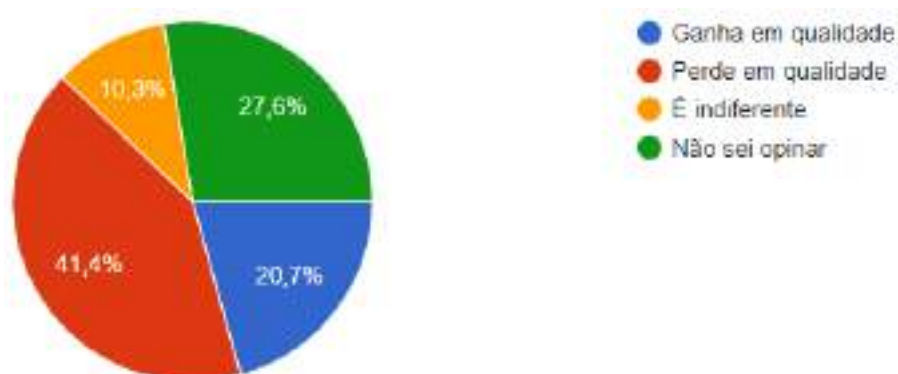
4. É importante que os alunos compreendam como a Ciência é feita? Saber de processos, questões éticas, financiamentos?	90,48	4,76	4,76	-
--	-------	------	------	---

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

É perceptível que a expectativa era alta quanto à aula que seria dada e, indiretamente, a alguns aspectos que permeiam a Alfabetização Científica, como a formação do cidadão (na questão 2, 72,41% acreditam que poderiam melhorar sua visão do mundo) e no desenvolvimento da Ciência (na questão 4, 93,11% esperam compreender sobre aspectos éticos e de procedimentos que envolvem a prática científica). Steola e Kasseboehmer (2018) ressaltam que ao se abordar estes aspectos durante a visitação em um museu de ciências os mesmos podem levar o indivíduo desta visita a uma reflexão sobre seu papel como cidadão. É por isso que toda a mediação que foi elaborada e proposta no guia didático ‘Tem Química no Museu?’ permite propiciar a alfabetização científica.

Por último, foi feita a seguinte pergunta aos alunos: “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que acha da nossa visita ser virtual ao invés de presencial?”. O gráfico 4 mostra um gráfico com as respostas dadas para esta questão.

Gráfico 4 – Respostas dadas pelos alunos para a questão “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que acha da nossa visita ser virtual ao invés de presencial?”



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Podemos observar diversas opiniões quanto à visita virtual porém se destacam os 12 alunos que acreditam numa perda na qualidade da visita (41,4% do total) e uma outra parcela que é indiferente ou não sabem opinar – 10,3 e 27,6%, respectivamente. A visita presencial ao espaço, o contato e interação, a experiência individual realmente

são aspectos importantes nas relações que os indivíduos tem quando visitam os museus (OLIVEIRA et al., 2014) e a forma virtual poderia prejudicar a obtenção destes objetivos. Foi dada a opção de dissertarem sobre a resposta dada a esta questão, com o quadro 11 trazendo a transcrição destas opiniões.

Quadro 12 - Justificativas de alguns alunos quanto à visita virtual ao MBML

Aluno 1. Não é comum visitar um museu pela “internet”, então eu acho incomum, pois nunca vi isso, mas sei que é necessário.
Aluno 2. Teremos a mesma experiência de conhecimento e amadurecimento intelectual.
Aluno 3. Haja vista o momento em que nos encontramos, a visita virtual é algo bastante interessante, nos agregando muitos conhecimentos sobre química e ciência em geral, ideias como essa deveriam se repetir mais vezes.
Aluno 4. É uma excelente opção devido ao cenário atual de pandemia, porém uma visita presencial proporcionaria um melhor aprofundamento da aprendizagem.
Aluno 5. Bom, não é a mesma coisa que uma visita presencial, aprendemos mais, não com a mesma qualidade

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Assim, podemos resumir que o grupo de alunos sabe do papel de museus e centros de Ciências e na importância destes espaços na aprendizagem de Química e das diversas Ciências, inclusive em alguns pontos que permeiam a Alfabetização Científica. Contudo a maioria desconhece o Museu de Biologia Professor Mello Leitão e seu potencial educativo e de divulgação das Ciências. Mesmo com grandes expectativas para as aulas, boa parte acredita que esta visita virtual perderá em qualidade, quando comparada ao presencial. Por fim, um aspecto positivo já pode ser constatado a partir das respostas dos alunos: a possibilidade de divulgação deste museu para este grupo, já que a maioria não o conhece. Ao apresentar o MBML e seus aspectos quanto à Química e as Ciências Naturais, poderemos despertar o interesse em futuras visitas a este e a outros museus.

5.4.2 Questionário pós-visita

Após assistirem as três aulas planejadas como uma visita mediada ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão, os alunos receberam um questionário para que pudessem responder algumas perguntas referentes a estas aulas. Uma das primeiras questões pedia para que eles escolhessem apenas uma de quatro opções que indicasse o que aluno achou do espaço visitado. A tabela 5 expõe estes resultados, lembrando que apenas 21 alunos dos 29 iniciais responderam a este questionário.

Tabela 5 - Respostas dos alunos referente ao que acharam de cada espaço visitado no MBML

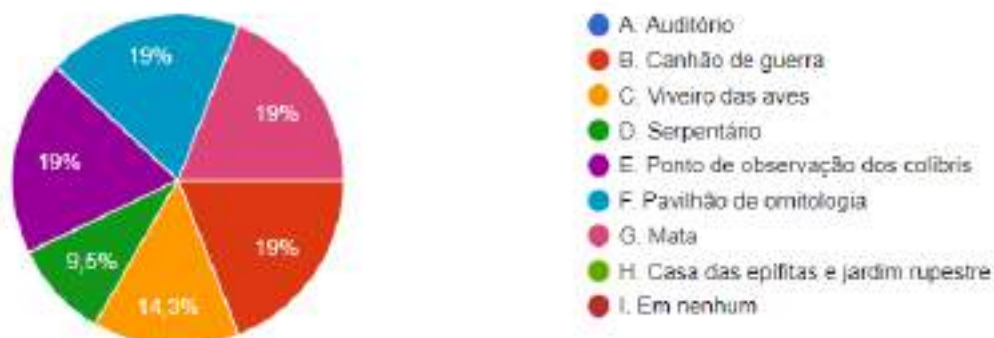
Espaço	Gostei muito	Gostei	Indiferente	Não Gostei
Auditório	-	18	3	-
Canhão de guerra	9	9	3	-
Viveiro das aves	10	9	2	-
Serpentário	10	7	3	1
Ponto de observação dos colibris	10	8	3	-
Pavilhão de ornitologia	7	14	-	-
Mata	10	9	2	-
Casa das epífitas/Jardim rupestre	9	10	-	2

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Podemos perceber pelas respostas que a maioria dos alunos gostou ou gostou muito dos espaços visitados: apresentar o museu para um público que, em sua maioria, desconhecia o espaço e estes gostaram do que viram, mesmo que de forma virtual, já é um ponto a se destacar pois este aspecto positivo podem ser fundamental para a motivação a aprender Química, assim como afirmou Mori e Kasseboehmer (2019), independentemente desta visita ser presencial ou virtual.

Para eles, o espaço visitado onde eles mais aprenderam Química foi o canhão de guerra (28,6% dos alunos), seguido do serpentário (23,8%) e da casa das epífitas/jardim rupestre e do auditório (14,3% para os dois espaços). No auditório foi apresentado um breve histórico sobre o museu, sobre este projeto de pesquisa e sobre a importância de se aprender esta ciência em diversos outros lugares, além do ambiente escolar, o que pode esclarecer esta porcentagem significativa. Dentro de propostas que pretendem promover a alfabetização científica, permitir momentos de discussão sobre como a Ciência foi e é feita em nosso país é mais que necessário – tem que ser presença constante nas aulas (SASSERON; CARVALHO, 2008; MARANDINO et al.; 2018). O gráfico a seguir indica o ponto durante a visita onde eles alegaram terem tido mais informações científicas.

Gráfico 5 – Gráfico indicativo ao espaço visitado onde tiveram mais informações científicas



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Pela diversidade nas respostas é perceptível que, mesmo virtual, a visita ao museu permitiu experiências diversificadas e significantes no quesito informações científicas e na aprendizagem de Química. De acordo com a fala de alguns alunos:

- Aluno A: “[...] pois além dos conhecimentos do museu houve o conhecimento científico e químico, com revisões muito boas de matérias do vestibular e debates culturais e científico bem interessantes”;
- Aluno B: “Muitas coisas que foram apresentadas pelo professor eu não tinha o conhecimento e por isso eu achei muito interessante, pois também, quebrou a questão do "senso comum", o qual eu achava que sabia, mas na verdade não. Algo que me chamou atenção foi a questão da química estar presente em coisas que eu nunca imaginei”;
- Aluno C: “Por que na minha cabeça, a única coisa relacionada a química que tem em museus era o formol, e essa aula me mostrou que na maioria dos espaços, pelo menos no Mello Leitão, tem bastante química”.

Considerando as respostas dos alunos, o indicador científico da alfabetização científica de Marandino et al. (2018) e o primeiro eixo da alfabetização científica de Sasseron e Carvalho (2008), podem ter sido alcançados pois podemos perceber, pelas respostas dos alunos, que este objetivo quanto à aspectos científicos está bem presente. Este aspecto da alfabetização científica, que prioriza à compreensão básica das Ciências, é essencial para alcançarmos outros objetivos dentro destas propostas, como as questões tecnológicas, sociais e ambientais (RODRIGUES; QUADROS,

2019). A tabela 6 mostra a opiniões dos alunos, em porcentagem, ainda sobre a visita e as informações repassadas para eles durante a aula no museu.

Tabela 6 – Opinião dos alunos (%) referentes as respostas dadas sobre a aula que foi feita no MBML

Questões	Sim	Não	Talvez	Não sei opinar
1. Com relação à aula que foi realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela lhe proporcionou uma melhoria no seu conhecimento químico?	85,71	-	9,52	4,77
2. Com relação à aula que foi realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela lhe proporcionou uma melhoria nos seus conhecimentos sobre as Ciências em geral?	80,95	-	9,52	9,53
3. Com relação à aula que foi realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela lhe proporcionou uma melhoria em sua visão do mundo, enquanto cidadão?	42,85	9,53	42,85	4,77
4. Este tipo de atividade foi importante para a sua motivação em aprender?	90,46	4,77	4,77	-

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Comparando este resultado com os apresentados na tabela 4, é perceptível o aumento no número de alunos que afirmaram se sentirem mais motivados após a visita – eram 79,31% dos alunos que acreditavam que este tipo de atividade poderia ser importante na sua motivação em aprender, e agora são 90,46% que se sentiram motivados. Além deste resultado, observamos outros resultados positivos quanto a melhoria no conhecimento químico (85,71%) e no conhecimento sobre as Ciências em geral (80,95%).

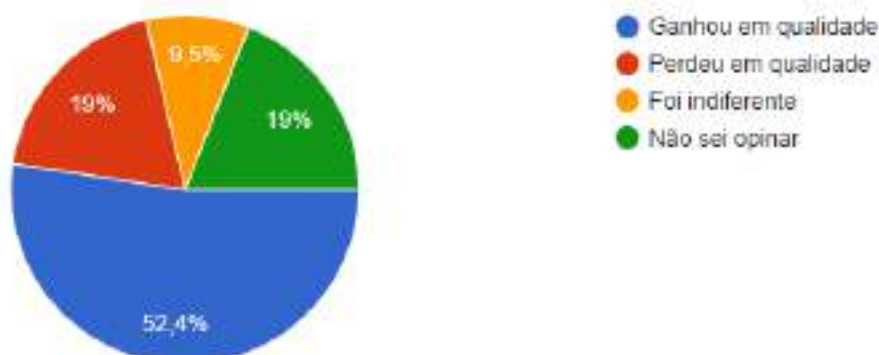
Se entendemos que ciência e tecnologia são áreas importantes e necessárias de serem compreendidas pelo cidadão em geral, a questão três, que está relacionada a esta interface social (MARANDINO et al., 2018), apresenta uma certa variedade de opiniões, com certa parcela apresentando dificuldade em perceber se houve ou não melhoria no aspecto cidadania: talvez estes alunos nunca chegaram a pensar nesta possibilidade. Especulação ou não, é importante salientar que momentos de reflexão como este sejam constantes durante o período escolar porque a escola é um ambiente adequado para promover a alfabetização científica (LOMEU; LOCCA, 2016). A reflexão que alguns alunos fizeram a partir desta visão cidadã da Química e da Ciência indica a importância desta formação de consciência crítica, evidenciado por diversos

outros autores (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012; ROCHA, 2012; JESUS; SILVA, 2017).

5.4.3 Considerações a serem feitas sobre a visita virtual ao museu

Como mencionado pelos alunos no questionário aplicado anteriormente à visita (gráfico 4), 41,4% deles acreditavam numa perda de qualidade na visita. Para verificar se, após a visita, houve mudança ou não desta perspectiva, foi feita a seguinte pergunta aos alunos: “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que ACHOU da nossa visita virtual no museu ao invés de presencial?”. O gráfico 6 indica a porcentagem referente as respostas dadas pelos alunos.

Gráfico 6 – Respostas dadas pelos alunos para a questão “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que ACHOU da nossa visita virtual no museu ao invés de presencial?”



Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Comparando os resultados do gráfico 4 com os do gráfico 6, podemos observar uma evidente mudança nas opiniões: mais da metade – de 20,7% para 52,4% dos alunos – percebeu um ganho de qualidade na visita virtual ao mesmo tempo que a parcela que acreditava na perda em qualidade reduziu – de 40,4% para 19% – sem contar na redução do percentual daqueles que eram indiferentes ou não sabiam opinar.

Muitas das propostas de atividades educacionais que associam os museus às escolas vem, principalmente, da iniciativa de professores, como salienta Monteiro e colaboradores (2016); como no trabalho em questão, as ações descritas no produto

educacional foram elaboradas pelo mesmo professor que as aplicou com os alunos, a abordagem utilizada durante a visita virtual pode ter sido fundamental para esta alteração nas opiniões, o que é um ponto positivo a se destacar. Independentemente da visita virtual ou presencial, a forma como os professores abordarão com seus alunos as propostas presentes no produto educacional será fundamental para o ensino de Química e para a experiência de aprendizagem no Museu de Biologia Professor Mello Leitão. O próximo quadro traz a transcrição de algumas opiniões sobre a escolha feita na questão anterior.

Quadro 13 - Justificativas de alguns alunos quanto à escolha na questão “Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que ACHOU da nossa visita virtual no museu ao invés de presencial?”

Aluno 1. Pois foi uma proposta MUITO criativa
Aluno 2. A qualidade foi melhor por prender mais a atenção do que uma aula de explicação e exercícios.
Aluno 3. Mesmo com a dificuldade de não podermos ir pessoalmente, foi uma ideia muito criativa.
Aluno 4. Só participei da visita virtual, tenho que participar de um presencial para sentir a diferença.
Aluno 5. Foi muito efetivo em prender a atenção.
Aluno 6. É só que não tem como comparar uma visita virtual com a presencial, são experiências bem diferenciadas, mas ainda assim, valorizo o esforço do professor.
Aluno 7. Acredito que a visita presencial ganharia no quesito observacional, mas considero a visita virtual mais dinâmica.
Aluno 8. Já que não podemos ir até o museu, temos que ficar contentes com a tecnologia por ter nos possibilitado essa experiência em casa.
Aluno 9. Eu acho que foi uma aula muito boa, mas pessoalmente seria melhor.
Aluno 10. Pois foi uma forma de aprendizado fora da rotina, aprendemos e revisamos diversas coisas de uma forma fora da caixa.
Aluno 11. Ganhou em qualidade pois mesmo não estando presente lá, de certa forma aprendemos de forma virtual no local.
Aluno 12. Pois eu iria aprender a mesma coisa, só acho que a questão física altera um pouquinho
Aluno 13. Por conta que não é muito comum ter esse tipo de visita, mas foi interessante, e pessoalmente seria mais legal ainda.
Aluno 14. Pois estar ali, presente te faz sentir mais interesse em aprender
Aluno 15. Não tem mais a mesma experiência de estar no lugar presencial
Aluno 16. Perdeu em qualidade, pois para uma completa imersão nos assuntos creio que era necessário estar lá pessoalmente, pois um vídeo pode ser passado em sala como qualquer outro conteúdo, já uma visita a um lugar novo fica marcado na memória, porém o professor tornou a experiência o mais interativo e marcante possível, dentro dos limites da tecnologia usada.
Aluno 17. Apesar que pessoalmente pode trazer mais diversão para o momento
Aluno 18. Deu para aprender coisas a mais
Aluno 19. Foi importante pois mostrou coisas diferentes do ambiente escolar

Fonte: (FABRI JÚNIOR, 2020)

Podemos observar pela fala de alguns alunos a importância de utilizarmos os museus em prol do ensino de Química e de Ciências:

- Aluno 2: “[...]por prender mais a atenção do que uma aula de explicação e exercícios”;
- Aluno 10: “Pois foi uma forma de aprendizado fora da rotina[...]”;
- Aluno 19: “Foi importante pois mostrou coisas diferentes do ambiente escolar”.

Estas justificativas trazem à tona a importância dos professores de Ciências Naturais, e em particular os professores de Química, utilizarmos cada vez mais os museus e de outros espaços, que são tão pouco utilizados e que permitem o ensino fora do formalismo, do tradicional e do curricular, já foi sinalizado por vários outros pesquisadores (MONTEIRO et al., 2016; FROHLICH; SILVA, 2017; STEOLA; KASSEBOEHMER, 2018; MORI; KASSEBOEHMER, 2019) e evidente nos resultados deste trabalho.

Pelo listado, algumas das justificativas dadas pelos alunos expõem que, mesmo sendo a visita virtual considerada boa, a presencial seria melhor e/ou seria essencial para uma melhor comparação. Sabemos que a experiência da ida aos museus e centros de Ciências é única, pessoal, significativa e com grande potencial na aprendizagem, assim como afirmaram Cazelli e colaboradores (1999) e Faria, Jacobucci e Oliveira (2011) porém é nítido, a partir das respostas dadas, que a experiência da visita virtual não foi prejudicada e que, inclusive, ganhou em qualidade – gráfico 6.

Enfim, baseado nas propostas do produto educacional elaborado – item 5.2 – e na forma como a pandemia transformou a experiência pessoal da visita presencial para o virtual – item 5.3 – podemos ver que o Ensino de Química não necessariamente exige a prática laboratorial como requisito para se aprender esta ciência. Para a realidade de algumas escolas, levar o ‘museu até a escola’ de forma virtual, como o que fizemos neste momento de pandemia, pode servir como mais uma ferramenta para despertar o interesse dos alunos em aprender Química.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os museus e centros de Ciências são espaços dedicados à educação não formal e a divulgação e popularização científica. São espaços também utilizados por professores pois o ambiente de aprendizagem dos museus não é o tradicional, o que o torna estimulante e motivador para os alunos. Entretanto, o ensino de Química ainda é pouco presente nos museus, que pode ser justificado por diversos fatores como a falta de recursos, de pessoal e de pesquisa na área.

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as possibilidades o ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão além de incentivar a divulgação científica com diversas abordagens que permitam alfabetizar cientificamente os alunos e de contribuir com esta área de pesquisa tão carente em nosso país. Como produto educacional deste trabalho, elaboramos um guia didático com uma série de sugestões de abordagens e atividades para que professores possam utilizar em futuras aulas neste museu.

Após a busca por referencial teórico para o embasamento das discussões e elaboração da melhor metodologia a ser aplicada, iniciamos os planejamentos necessários para chegarmos a cumprir os objetivos propostos; como nada semelhante havia sido feito no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, decidimos fazer uma previsão elaborada das atividades, indo ao local e conhecendo o espaço, estudando e avaliando as possibilidades e escolhendo as melhores abordagens para cada ponto.

Vimos a necessidade da opinião de alguns professores sobre temáticas presentes em nossa pesquisa, como o uso de espaços de educação não formal por professores, sobre os museus de Ciências, em especial o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, e a importância da alfabetização científica na prática docente. Pudemos perceber, dentre outras observações, que os professores estão acostumados ao formalismo da educação e com o pouco uso de espaços de educação não formal. É essencial a mudança de paradigma neste contexto: auxilia nos processos de aprendizagem ao mesmo tempo que rompe com o aspecto tradicional, permite alfabetização científica e valoriza o museu como um campo de pesquisa promissor para o ensino de Química.

Após elaboração das propostas didáticas e das abordagens, o produto didático “*Tem Química no museu? Guia didático para o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão*” foi levado para validação por professores do Ensino Básico, de Química e de outras disciplinas de Ciências, onde os avaliadores destacaram o potencial que este produto tem tanto para o Ensino de Química em diversos níveis de ensino quanto para a alfabetização científica. É uma etapa importante para as pesquisas educacionais, para as adequações necessárias para a aplicação do mesmo com os alunos.

Devido à pandemia de Covid-19 que, dentre diversas restrições, restringiu as atividades escolares de 2020 para o ambiente virtual, uma ida presencial ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão para a aplicação do guia didático com alunos do Ensino Médio tornou-se impraticável dentro do prazo para a finalização da pesquisa. Readequações a esta situação permitiu elaborar uma ‘visita virtual’ ao museu, que ocorreu durante as aulas regulares e remotas dos alunos. Para este momento, questionários aplicados anterior e posteriormente à visita nos permitiram fazer algumas discussões interessantes.

Uma delas foi a divulgação do museu para alunos que não conheciam o espaço e a possibilidade destes perceberem a importância deste museu para o ensino de Biologia e, agora também, para aprender Química. Os apontamentos químicos e científicos feitos em vários pontos dentro do museu foram essenciais para que eles entendessem que a visita presencial é importante, porém a visita virtual foi necessária neste momento, não prejudicando a aprendizagem em Química e a promoção de alguns itens relacionados à alfabetização científica.

Outra consideração que podemos fazer é da versatilidade do nosso produto educacional que, inicialmente, foi elaborado para uma visita mediada presencial ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão porém, devido ao distanciamento físico imposto pela pandemia da Covid-19, o guia permitiu que o professor fizesse a mediação de forma virtual, adequando-a ao momento em que vivemos. Salientamos que esta é uma das intenções do produto que elaboramos: que ele ofereça recursos para que o professor de Química possa adaptá-lo à sua realidade ao elaborar sua

aula/mediação, inclusive sem a obrigação, agora, de ir ao museu. Percebemos que o conceito de espaço de educação não formal vai além do espaço físico, literalmente.

Por fim é necessário enfatizar que o que apresentamos no guia são potencialidades para o ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão: não são roteiros prontos e imutáveis. O professor, a partir dos textos e das sugestões existentes no material, pode elaborar sua mediação de acordo com seus critérios de avaliação e com o perfil de sua turma, as reflexões e discussões sugeridas podem gerar outros temas para debate e, também, nem todos os pontos precisam ser visitados. É decisão do professor seguir as sugestões ou não.

Por último, mas não menos importante, ocupar espaços de educação não formal e os perceber como ambientes para ensinar e divulgar a Química e as Ciências, além de valorizar estes espaços, geram condições para o desenvolvimento científico e tecnológico, social e ambiental dos estudantes – isto é posicionamento político e visão crítica. Desejamos que este trabalho possa auxiliar os professores de Química e de Ciências a desenvolverem aulas mediadas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, propiciando alfabetização científica em seus alunos, ao mesmo tempo que incentive e motive outros professores a desenvolverem novas pesquisas nesta área do ensino de Química.

REFERÊNCIAS

ALBERT, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, D.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. 5a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

AMADO, M. V.; GILLES, L. **Espaços potencialmente educativos do estado do Espírito Santo**: guia prático com sequências didáticas interdisciplinares. 1. ed. Vitória: Edifes, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/434103>. Acesso em: 02 jan 2020.

ANDRADE, R. A.; ANDRADE, M. R. A.; ASSIS JÚNIOR, G. B.; MARQUES, A. E. F. A problematização no ensino de Química com o tema alimentação e nutrição. In: V Congresso Nacional de Educação, **Anais [...]** Olinda, Pernambuco: outubro, 2018. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID8417_05092018202342.pdf. Acesso em: 02 mar 2020.

ANDRADE, C. T.; COUTINHO, F. M. B.; DIAS, M. L.; LUCAS, E. F.; OLIVEIRA, C. M. F.; TABAK, D. **Dicionário de polímeros**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2001.

ANTUNES, M.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. Proposta de uma atividade experimental para a determinação do pH no Ensino Médio. In: XIV Encontro Nacional de ensino de Química, **Anais [...]** Curitiba, Paraná: julho, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0779-1.pdf>. Acesso em: 02 mar 2020.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª ed., Quebec: Bookman, 2012.

BAUNGRATZ, A. R.; RANKRAPE, F.; HAAS, J. Conservação de espécimes utilizando técnicas de taxidermia a fim de promover a educação ambiental. **Arquivos do MUDI**, v. 22, n. 1, 79-89, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/download/39312/pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 20 dez 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 28 out 2018.

BRASIL. Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009. **Institui o estatuto dos Museus e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11904.htm. Acesso em: 21 abr 2019.

BRASIL. Lei nº 12.954, de 5 de fevereiro de 2014. **Da transferência do Museu de Biologia Professor Mello Leitão do Instituto Brasileiro de Museus para o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L12954.htm. Acesso em: 21 fev 2019.

BRETZ, B. A. M. Síndrome da gota úrica em aves mantidas em cativeiro: uma revisão. **NBC**, v. 5, n. 9, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15601/2238-1945/pcnb.v5n9p21-26>. Acesso em: 27 jul 2020.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Química Nova na Escola**, n. 22, 2005. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. Poliuretano: de travessieiros a preservativos, um polímero versátil. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/02-QS-3608.pdf. Acesso em: 03 mar 2020.

CARVALHO, A. M. P. Enseñar ciencias y, a la vez, promover la enculturación Científica. **Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, n. 20, p. 3-4, 2006. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1057/1068>. Acesso em: 12 nov 2019.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L., MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 34, 277-289, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n2/v34n2a01.pdf>. Acesso em: 18 abr 2020.

CAZELLI, S.; QUEIROZ, G.; ALVES, F.; FALCÃO, D.; VALENTE, M. E.; GOUVÊA, G.; COLINVAUX, D. Tendências Pedagógicas das Exposições de um Museu de Ciência. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Atas [...]** Valinhos, São Paulo: setembro, 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/G48.pdf>. Acesso em: 27 jan 2020.

CHAGAS, A. P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da Química e as teorias ácido-base do século XX. **Quím. Nova**, v. 23, n. 1, São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n1/2156.pdf>. Acesso em: 02 mar 2020.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, Jan/Fev/Mar/Abr, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: 19 ago 2018.

COLARES, I. G.; SEELIGER, U. Influência da luz sobre o crescimento e a produção de biomassa de *Ruppia marítima* L. em cultivo experimental. **Acta bot. bras.**, n. 20,

v. 1, p. 31-36. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n1/04.pdf>. Acesso em: 05 mar 2020.

COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 3, p. 697-708, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v70n3s0/02.pdf>. Acesso em: 23 jan 2020.

CORREIA, P. R. M.; DAZANNI, M.; MARCONDES, M. E. R.; TORRES, B. B. A Bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração de conteúdos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 19, maio, 2004. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a06.pdf>. Acesso em: 27 jul 2020.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, n. 22, nov., 2005. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc22/a06.pdf>. Acesso em: 27 jul 2020.

DIAMOND, J. M.; KARASOV, W. H.; PHAN, D.; CARPENTER, F. L. Digestive physiology is a determinant of foraging bout frequency in hummingbirds. **Nature**, v. 320, p. 62-63, 1986. Disponível em: https://www.nature.com/articles/320062a0.epdf?no_publisher_access=1&r3_referer=nature. Acesso em: 14 mar 2019.

FARIA, R. L., JACOBUCCI, D. F. C.; OLIVEIRA, R. C. Possibilidades de ensino de Botânica em um espaço não formal de educação na percepção de professoras de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 87-103, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129518610007>. Acesso em: 22 dez 2018.

FERNANDES, C. A. H.; PAZIN, W. M.; DREYER, T. R.; BICEV, R. N.; CAVALCANTE, W. L. G.; FORTES-DIAS, C. L.; ITO, A. S.; OLIVEIRA, C. L. P.; FERNANDEZ, R. M.; FONTES, R. M. Biophysical studies suggest a new structural arrangement of crotoxin and provide insights into its toxic mechanism. **Nature Scientific Reports**, n. 7, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep43885.pdf>. Acesso em: 01 mar 2020.

FERREIRA, E. A.; DEMUNER, A. J.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; VENTRELLA, M. C.; MARQUES, A. E.; PROCÓPIO, S. O. Composição química da cera epicuticular e caracterização da superfície foliar em genótipos de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v. 23, n. 4, p. 611-619, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v23n4/27489.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

FERREIRA, M. História da Química e problematização no ensino de Reações Químicas. In: XIV Encontro Nacional de ensino de Química, **Anais [...]** Curitiba, Paraná: julho, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0240-1.pdf>. Acesso em: 02 mar 2020.

FILHO, F. C. M.; RAMOS, J. F.; SILVA, A. P. S.; PAULA, J. C. F. Corrosão: um estudo dos metais no ensino de química com os alunos do pré-vestibular solidário (pvs)/ufcg/ces no município de cuité/pb. In: III Congresso Nacional de Educação, **Anais [...]** Natal, RN: outubro, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/20591>. Acesso em: 27 jul 2020.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Ácidos Orgânicos: dos primórdios da Química Experimental à sua presença em nosso cotidiano. **Química Nova na Escola**, n. 15, 2002. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc15/v15a02.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Quim. Nova**, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol29No4_811_30-DV04397.pdf. Acesso em: 04 mar 2020.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. **Química Nova na Escola**, n. 29, 2008. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 24, 2006. Disponível em <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc24/ccd1.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

FREITAS, C. S.; RIBEIRO, F. A.; OLIVEIRA JUNIOR, G. I.; MESSEDER, J. C. Oficinas em museus de Ciências: uma abordagem não-formal no Ensino de Química. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XV ENEQ). 2010, Brasília. **Anais [...]** Brasília: UNB, 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/resumos/R0008-1.pdf>. Acesso em: 04 set 2018.

FROHLICH, F. C. C.; SILVA, C. S. A Química em espaços de educação não formal: uma análise dos Museus de Ciências da região Sul do Brasil. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 177-193, 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6794/4457>. Acesso em: 26 nov 2018.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em Ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n1/01.pdf>. Acesso em: 11 nov 2019.

GÉRA, A. S.; AMADO, M. V.; BITTENCOURT, A. S. Contribuições da técnica de plastinação para a cultura científica. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais [...]** Florianópolis, Santa Catarina: julho, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2315-1.pdf>. Acesso em: 02 mar 2020.

GIROUX, H. A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GOHN, M. G. Educação não formal nas instituições sociais. **Revista Pedagógica**, Chapecó, v. 18, n. 39, p. 59-75, 2016. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/3615/2053>. Acesso em: 22 dez 2018.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Rev. Adm. Emp.**, v. 35, n.3, p. 20-29, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>. Acesso em: 06 mar 2020.

GOMES, A. V. S.; COSTA, N. R. V.; MOHALLEM, N. D. S. Os tecidos e a nanotecnologia. **Química Nova na Escola**, n. 4, v. 38, 288-296, 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_4/03-QS-43-15.pdf. Acesso em: 15 fev 2020.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de seqüências didáticas em um curso à distância de formação continuada de professores. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011. Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0875-2.pdf. Acesso em: 10 nov 2019.

GUZZI, M. E. R. O Museu de Ciências como promotor da motivação: lembranças do público do setor de Química do CDCC/USP. 2014. 264 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

HALMENSCHLAGER, K. R.; DELIZOICOV, D. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Caracterização de Propostas Destinadas ao Ensino Médio. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 305-330, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n2p305/35396>. Acesso em 17 out 2019.

INMA. **Endereços e horários**, [s.d]. Disponível em: <http://inma.gov.br/endereco-e-horario-de-visitacao/>. Acesso em: 18 jan 2020.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista Em Extensão**, v. 7, n. 1, P. 55-66, nov. 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20390/10860>. Acesso em: 12 fev 2020.

JESUS, M. P.; SILVA, A. C. T. A argumentação no ensino de CTS associado à pedagogia de Paulo Freire. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, n. extra, p. 4641-4646, 2017. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/183645>. Acesso em: 09 jan 2020.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese: um tema para o ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 12, 2000. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a06.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C). Acesso em: 19 fev 2020.

LOMEU, G. C.; LOCCA, F. A. S. Alfabetização científica na educação infantil em uma escola do campo. **Revista Even. Pedagóg.** v. 7, n. 3, 20. ed., p. 1402-1414, 2016. Disponível em: <http://sinop.unemat.br/projetos/revista/index.php/eventos/article/view/2362/189>. Acesso em: 07 out 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed , São Paulo: EPU, 2018.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química um curso universitário**, 4a. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

MARANDINO, M. A Biologia nos museus de Ciências: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 187-202, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v8n2/04.pdf>. Acesso em: 22 dez 2018.

MARANDINO, M. Museus de Ciências, coleções e educação: relações necessárias. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio**, v.2 n.2, 2009. Disponível em: http://www.geenf.fe.usp.br/v2/wp-content/uploads/2012/10/museologia_marandino2009.pdf. Acesso em: 24 fev 2020.

MARANDINO, M.; IANELLI, I. T. Modelos de educação em Ciências em museus: análise da visita orientada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 17-33, 2012. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129523627002>. Acesso em: 24 dez 2018.

MARANDINO, M.; NORBERTO ROCHA, J.; CERATI, T. M.; SCALFI, G.; DE OLIVEIRA, D.; FERNANDES LOURENÇO, M. Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões. **Journal of Science Communication**, v.1, n. 1, 2018. Disponível em: https://jcomal.sissa.it/sites/default/files/documents/JCOMAL_0101_2018_A03_pt.pdf. Acesso em: 06 jan 2020.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. Fatores de caracterização da educação não formal: uma revisão da literatura. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 1087-1110, out./dez., 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v43n4/1517-9702-ep-S1517-9702201701151678.pdf>. Acesso em: 14 fev 2020.

MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 44,

e170831, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v44/1517-9702-ep-S1678-4634201712170831.pdf>. Acesso em: 22 dez 2018.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000800026&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 jul 2020.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINER, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. **Química Nova na Escola**, n. 19, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

MILARÉ, T. M.; RICHETTI, G. P.; ALVES FILHO, J. P. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma Análise dos Temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 165-171. 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf. Acesso em: 09 jan 2020.

MONTEIRO, B. A. P.; MARTINS, I.; JANERINE, A. S.; CARVALHO, F. C. The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training. **Cult Stud of Sci Educ.**, v. 11, n. 2, p. 419–437, 2016. Disponível em: <https://doi-org.ez120.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11422-014-9638-4>. Acesso em: 26 nov 2018.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MORI, R. C. Experimentação no Ensino de Química: contribuições do projeto experimentoteca para a prática e para a formação docente. 2014. 430 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

MORI, R. C.; KASSEBOEHMER, A. C. Estratégias para a inserção de museus de ciências no estágio supervisionado em ensino de Química. **Quím. Nova**, Vol. 42, No. 7, 803-811, 2019. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/v42n7a12.pdf>. Acesso em: 09 jan 2020.

NASCIMENTO, F. N.; ROLDI, K.; CARVALHO, L. M. Instituto Nacional da Mata Atlântica. In: AMADO, M. V.; GILLES, L. **Espaços potencialmente educativos do estado do Espírito Santo: guia prático com sequências didáticas interdisciplinares**. 1. Ed. Vitória: Edifes, 2019, p. 193-203. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/434103>. Acesso em: 02 fev 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADOS, A. L. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em

situações do cotidiano: concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n. 19, 2004. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf. Acesso em: 03 mar 2020.

OLIVEIRA, G. C. G.; TURCI, C. C.; TEIXEIRA, B. M.; SILVA, E. M. A.; GARRIDO, I. S.; MORAES, R. S. Visitas guiadas ao Museu Nacional: interações e impressões de estudantes da educação básica. **Ciênc. Educ.**, v. 20, n. 1, p. 227-242, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n1/a14v20n1.pdf>. Acesso em: 26 nov 2018.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADOS, A. L. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n. 19, 2004. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf. Acesso em: 03 mar 2020.

OVIGLI, D. B. Panorama das pesquisas brasileiras sobre educação em museus de ciências. **Rev. bras. Estud. pedagog.**, v. 96, n. 244, p. 577-595, set./dez., 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v96n244/2176-6681-rbeped-96-244-00577.pdf>. Acesso em: 10 nov 2018.

PALMIERI, L. J.; SILVA, C. S. Museus de Ciências e o ensino de Química: análise sobre a produção acadêmica em periódicos e eventos. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 2, p. 70-92, 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1785/1587>. Acesso em: 04 set 2018.

PEREIRA, D. S. **Estudo do potencial de produção de néctar da jiterana branca (*Merremia aegyptia*) em área de caatinga no sertão central em Quixeramobim-CE**. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/80/Disser%20Msc%20Daniel%20Santiago.pdf>. Acesso em 12 jun 2020.

PRZYBYSZ, C. H.; CUNHA, W. L. Técnica de modelagem em resina de poliuretano na taxidermia de vertebrados. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 13, n.1, 81-88, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/1961/1234>. Acesso em: 03 mar 2020.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 20, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a05.pdf>. Acesso em: 03 ago 2020.

ROCHA, M.B. Textos de divulgação científica: a escolha e o uso por professores de ciências. **Revista Educação em Questão**, v. 43, n. 29, p. 109-134, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/viewFile/4070/3337>. Acesso em: 06 jun 2018.

ROCON, K. A. Aprendendo sobre ambiente no museu: potencialidades educativas do Instituto Nacional da Mata Atlântica. 2017. 144f. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Educação em Ciências em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

ROCON, K. A.; CAMPOS, C. R. P. **Vamos ao museu aprender Ciências?** Um guia didático para visitas ao Instituto Nacional da Mata Atlântica. Série Guias Didáticos de Ciências - N.43. ISBN: 978-85-8263-214-7. 1ª edição. Vitória: Editora Ifes, 2017. 49 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/431861>. Acesso em: 20 fev 2020.

RODRIGUES, V. A. B.; QUADROS, A. L. O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2019. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen19/REEC_19_1_1_ex1495.pdf. Acesso em: 12 nov 2019.

ROLDI, M. M. C. Ensino de Biologia no Instituto Nacional da Mata Atlântica – INMA: um olhar para as ações mediadas. 2017. 125f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Educação em Ciências em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

ROLDI, M. M. C.; SILVA, M. A. J. **A escola vai ao museu:** proposta investigativa para o ensino de biologia no Instituto Nacional da Mata Atlântica. Série Guias Didáticos de Ciências - N.42. ISBN: 978-85-8263-215-4. 1ª edição. Vitória: Editora Ifes, 2017. 53 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/564139>. Acesso em: 20 fev 2020.

RUSCHI, A. O Museu de Biologia Prof. Mello Leitão. **Boletim do Museu de Biologia**, série divulgação, n. 46, p. 1-20, 1984. Disponível em: http://boletim.sambio.org.br/pdf/di_46.pdf. Acesso em: 24 mar 2019.

SAMBIO. **Histórico do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão**, 2012. Disponível em: <http://sambio.org.br/historico-do-museu-de-biologia-prof-mello-leitao/#.XkAlpDFKhPY>. Acesso em: 22 nov 2018.

SANTOS, M. C. Crotoxina e Crotoxina-smile isoladas de venenos de subsespécies de *Crotalus durissus* e suas múltiplas atividades biológicas. **Scientia Amazonia online**, v. 3, n.1, 102-115, 2014. Disponível em: <http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2016/06/v3-n1-102-115-2014.pdf>. Acesso em: 01 mar 2020.

SANTOS, S. C. S.; CUNHA, M. B. A tradição de pesquisa segundo Laudan em educação em espaços não formais num evento de ensino de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, n. 14, v. 1, p. 88-107, 2019. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/13369/pdf>. Acesso em: 21 jan 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 59-77, 2011.

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 23 ago 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p.333-352, 2008. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf. Acesso em: 23 ago 2018.

SEDANO, L; CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n1p199/34126>. Acesso em: 11 nov 2019.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. Ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

SILVA, M. V. F.; PEREIRA, M. C.; CODARO, E. N.; ACCIARI, H. A. Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de Química. **Quim. Nova**, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v38n2/0100-4042-qn-38-02-0293.pdf>. Acesso em: 02 mar 2020.

SOUSA, S. F.; PATROCÍNIO, A. O. T. A Química de coordenação e a produção de combustíveis solares. **Quim. Nova**, v. 37, n. 5, p. 886-895, 2014. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/v37n5a19.pdf>. Acesso em: 05 mar 2020.

STEOLA, A. C. Produção de maquete museal para divulgação de uma pesquisa do Instituto de Química de São Carlos e avaliação da motivação para o aprendizado em ciências. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

STEOLA, A. C.; KASSEBOEHMER, A. C. O espaço de Química nos centros e museus de Ciências brasileiros. **Quim. Nova**, Vol. 41, No. 9, 1072-1082, 2018. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/imagebank/pdf/v41n9a14.pdf>. Acesso em: 26 nov 2018.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciênc. Educ.**, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v19n4/v19n4a02.pdf>. Acesso em: 10 ago 2018.

THOMPSON, M.; WOODMAN, A. **Uric Acid**. The molecule of the month, 2008. Disponível em: <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/uric-acid/urich.htm>. Acesso em: 27 jul 2020.

VIZZOTTO, P. A.; MACKEDANZ, L. F. Alfabetização Científica e a Contextualização do conhecimento: um estudo da Física aplicada ao trânsito. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 42, e20190027, 2020. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v42/1806-9126-RBEF-42-e20190027.pdf>. Acesso em: 17 jan 2020.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 5 ed. Mestre Jou, 1981.

WAN, E.; GALEMBECK, E.; GALEMBECK, F. Polímeros sintéticos. **Química Nova na Escola**, ed. especial, 2001. Disponível em:
<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/polimer.pdf>. Acesso em: 03 mar 2020.

ANEXOS

ANEXO 1 - OFÍCIO DO INSTITUTO NACIONAL DA MATA ATLÂNTICA AUTORIZANDO A REALIZAÇÃO DA PESQUISA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



INSTITUTO NACIONAL DA MATA ATLÂNTICA
Instituto Nacional da Mata Atlântica
Divisão de Ciências

OFÍCIO Nº 8/2020/INMA_DICIE/INMA/INMA

Santa Teresa, 24 de janeiro de 2020.

À Professora Dra. Manuella Villar Amado
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS VILA VELHA
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco
Vila Velha - ES

Assunto: Autorização para realização de pesquisa.

Senhora Professora,

1. Em atenção ao Ofício datado de 07 de outubro de 2019, o qual vem solicitar autorização deste Instituto Nacional da Mata Atlântica - INMA para a realização do projeto de pesquisa intitulado "Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica", o qual será executado pelo aluno **Reginaldo Fabri Júnior**, do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede (ProfQui) IFES, Campus Vila Velha, informo que avaliamos o projeto de pesquisa enviado por V.Sra. e sua orientada.
2. Desta forma, o projeto foi considerado adequado e bastante condizente com as atividades de promoção e divulgação científica, bem como com a missão deste Instituto, cuja finalidade é realizar pesquisa, promover a inovação científica, formar recursos humanos, conservar acervos e disseminar conhecimento nas suas áreas de atuação, relacionadas à Mata Atlântica, propiciando ações para a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira.
3. Considerando que para a realização da pesquisa não haverá necessidade de recursos financeiros do INMA, sendo solicitado apenas apoio ao desenvolvimento do projeto, como a permissão da realização de visitas ao espaço tanto dos pesquisadores quanto do grupo de estudantes - em torno de 30 alunos - do Ensino Médio de uma escola particular, localizada no município de Cariacica, ES, não há objeção por parte desta instituição.
4. Como contrapartida solicito que a todas as etapas e cronogramas de execução sejam previamente agendados e apresentados à Divisão de Ciências com antecedência, de forma que possamos nos programar para receber os pesquisadores e, sempre que possível sejam acompanhados por um pesquisador/bolsista deste Instituto, bem como que os resultados desta pesquisa, referentes ao INMA seja compartilhada com a instituição.

5. Nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

Felipe Moraes Santos
Chefe da Divisão de Ciências
Diretor Substituto



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Moraes Santos, Chefe de Divisão de Ciências**, em 24/01/2020, às 10:52 (horário oficial de Brasília), com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539 de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://sei.mctic.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **5042578** e o código CRC **28468819**.

ANEXO 2 - DECLARAÇÃO DO COLÉGIO CASTRO ALVES AUTORIZANDO A REALIZAÇÃO DA PESQUISA



Aut. CEE – Res. 13/93 e Parecer 23/93 de 22/03/93 Rec. CEE – Res. 194/97 e Parecer 273/97 de 13/10/97

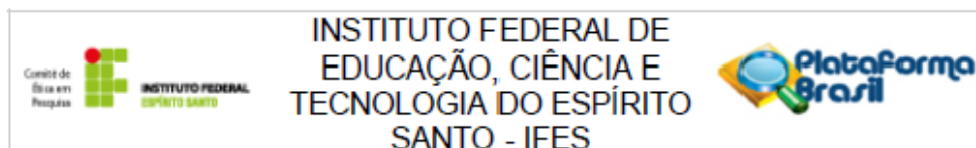
DECLARAÇÃO

Eu, Sandra do Carmo D'ávila Queiroz, na qualidade de responsável pelo Ensino Médio do Colégio Castro Alves, autorizo a realização da pesquisa intitulada "Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica" a ser conduzida sob a responsabilidade do professor-pesquisador Reginaldo Fabri Júnior/lfes e DECLARO que esta instituição apresenta infraestrutura e material humano necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética e Pesquisa do Ifes para a referida pesquisa.

Cariacica, 30 de setembro de 2019

Assinatura 
Colégio Castro Alves - Cariacica-ES
(Centro Educ. Carvalho & Carvalho Ltda)
CNPJ 36.364.719/0001-59
Aut. CEE - Res. 13/93 e Parecer 23/93 de 22/03/93 - Rec. CEE - Res. 194/97 e Parecer 273/97 de 13/10/97

ANEXO 3 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica

Pesquisador: REGINALDO FABRI JUNIOR

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 22417719.7.0000.5072

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO CIENCIA E TECNOLOGIA DO ESPIRITO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.929.630

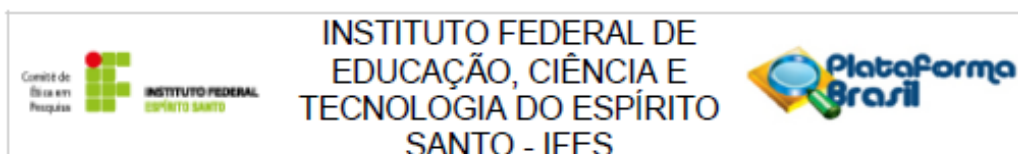
Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto que está sendo avaliado pela terceira vez. Refere-se a uma pesquisa que visa investigar as potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio. Será elaborado de um produto educacional que será avaliado previamente por um grupo de especialistas, a definir, e após a avaliação e adequações, será aplicado a um grupo de estudantes – em torno de 30 alunos – do Ensino Médio de uma escola particular, localizada no município de Cariacica, ES. A aplicação acontecerá a partir de uma "aula de campo".

Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, será feita uma análise de questões em questionários, aplicados diretamente aos alunos que participarão do projeto, em um momento anterior à aula e posteriormente. A observação do professor-pesquisador também será levada em consideração durante as aulas e posterior análises.

O produto educacional será um guia com roteiro de aulas para o Ensino de Química no do Museu de Biologia Professor Mello Leitão. De forma geral para a elaboração do guia serão abordados temas que englobem aquele ecossistema, o metabolismo energético de plantas e animais e a ação antrópica sobre o ambiente; outros tópicos ainda estão em estudo que permeiam tanto o Ensino de Química quanto o de Ciências da Natureza.

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50
Bairro: Santa Lúcia **CEP:** 29.056-255
UF: ES **Município:** VITORIA
Telefone: (27)3357-7518 **Fax:** (27)3331-2203 **E-mail:** etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 3.929.630

A elaboração deste guia visa a Alfabetização Científica, seguindo os "Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica" propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e prezarão por ocupar a maior parte do tempo e do espaço das atividades dentro dos recursos oferecidos pelo museu.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL - Investigar as potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS - Caracterizar o Museu de Biologia Professor Mello Leitão como um possível espaço de educação não formal que promova o Ensino de Química; - Desenvolver um guia com roteiro de aulas para o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, na perspectiva da alfabetização científica; - Investigar uma aula com alunos do ensino médio baseada nas propostas do guia didático.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto e os Termos de Live Consentimento e Assentimento contemplam suficientemente os riscos da viagem e da "aula de campo". Ou seja: "leva em consideração todo o contexto da viagem para a 'aula de campo'". Apresenta em detalhes os possíveis riscos tanto em relação à viagem como em relação à aula de campo. Comunica o nome da empresa responsável pelo transporte e pelo seguro de viagem. Comunica quais devem ser as precauções e quais serão as providências a serem tomadas caso algum acidente ou incidente venha acontecer.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa relevante e exequível. Os objetivos e a metodologia estão claros. Os termos estão redigidos conforme as Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. No projeto de pesquisa aparecem os questionários que serão aplicados aos participantes da pesquisa. São questionário bem objetivos e de fácil entendimento.

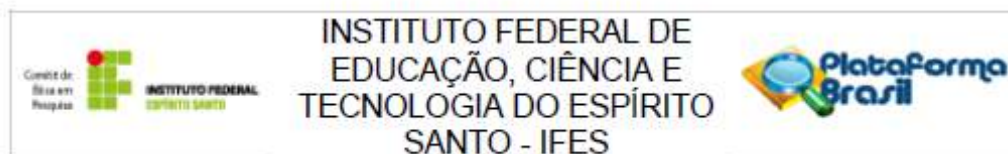
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados de forma adequada todos os termos obrigatórios: folha de rosto; declaração da escola, TCLE para os maiores de 18 anos e para os pais dos menores e o TALE.

Recomendações:

Todas as recomendações foram devidamente atendidas.

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50
 Bairro: Santa Lúcia CEP: 29.056-255
 UF: ES Município: VITORIA
 Telefone: (27)3357-7518 Fax: (27)3331-2203 E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 3.929.630

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há óbice ético para a realização da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1409126.pdf	06/03/2020 08:44:55		Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	06/03/2020 08:44:37	REGINALDO FABRI JUNIOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termos.pdf	05/03/2020 16:53:37	REGINALDO FABRI JUNIOR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_Reginaldo_Fabri_Junior.pdf	24/12/2019 17:34:58	REGINALDO FABRI JUNIOR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_escola.pdf	30/09/2019 15:31:31	REGINALDO FABRI JUNIOR	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	26/09/2019 15:16:56	REGINALDO FABRI JUNIOR	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VITÓRIA, 23 de Março de 2020

Assinado por:

MARIA CAROLINA DA SILVA PORCINO DE OLIVEIRA
(Coordenador(a))



Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50
 Bairro: Santa Lúcia CEP: 29.056-255
 UF: ES Município: VITÓRIA
 Telefone: (27)3357-7518 Fax: (27)3331-2203 E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br

APÊNDICES

<i>Atribuir um valor de suficiência quanto a coerência (quanto maior o valor, maior a coerência)</i>	1	2	3	4	5
B.1 Percurso do Museu e conteúdos: Os pontos de parada refletem as intenções educativas determinadas pela proposta do Guia? É necessário verificar se os pontos de parada são bem determinados e se vinculam adequadamente os conceitos apresentados à proposta, estando efetivamente direcionados ao ensino e aprendizagem.					
B2. Conhecimento Coloquial e Científico: Pretende-se que a contextualização apresentada constitua ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo científico que sirva como elemento explicativo de determinada situação ou mesmo como potencial agente solucionador da problemática social.					
B.3. Conhecimentos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais: Avaliar se o Guia permite ao professor desenvolver conhecimentos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais.					
B4. Tema, Fenômeno, Conceitos: Pretende-se avaliar aqui se os conceitos desenvolvidos pelo guia didático fornecem elementos para discussão do fenômeno proposto segundo tema de ensino. Se faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída.					
B5. Ensino de Química: Os conteúdos de Química abordados são pertinentes? potencializam sua aprendizagem?					
B6. Ensino de Química e contextualização: Os conteúdos de Química abordados estão contextualizados?					
B7. Abrangência dos diversos níveis de educação: Neste item identificar a possibilidade de desenvolvimento de atividades educativas para os diferentes níveis e modalidade de educação.					
B8. Propõe interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento: Este item se refere as possibilidades de promoção de atividades que abarquem várias áreas de conhecimento e que permita a elaboração de atividades que relacionem conteúdos disciplinares diversos, promovendo a interdisciplinaridade.					
ITEM C – INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO PERCURSO DO MUSEU					
Considerando que as propostas deste guia foram elaboradas visando a promoção da Alfabetização Científica em museus de ciências, os próximos item avaliam se a proposta de visitação ao Museu com a temática de química permite o desenvolvimento dos 'Indicadores da Alfabetização Científica" (MARANDINO et al., 2018)					
<i>Atribuir um valor de suficiência quanto a coerência (quanto maior o valor, maior a coerência)</i>	1	2	3	4	5
C1. Indicador Científico: o percurso de visitação ao Museu com a temática de ensino de química permite o desenvolvimento de conhecimentos e conceitos científicos? Permite identificar que no Museu são realizadas pesquisas científicas? Permite observar alguns resultados? Permite evidenciar que o saber científica é uma construção o longo do tempo? Permite associar o papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento?					

<p>C2. Indicador Interface Social: o percurso de visitação ao Museu com a temática de ensino de química permite o desenvolvimento perceber impactos da ciência na sociedade? Permite perceber a influência da economia e da política na ciência? Permite constatar a influência e participação da sociedade na ciência?</p>					
<p>C3. Indicador Institucional: o percurso de visitação ao Museu com a temática de ensino de química permite identificar o INMA como uma Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência? Evidencia seus papéis e missões? Existem meios de perceber os elementos políticos, culturais e sociais que estão ligados à instituição?</p>					
<p>C4. Indicador Interação: o percurso de visitação ao Museu com a temática de ensino de química permite interação física? Interação estético-afetiva? Interação cognitiva?</p>					
OBSERVAÇÕES					
<p>1. Justificar os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação, evidenciando os pontos fortes e fracos da proposta educativa.</p> <p>2. Sugerir mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados.</p>					

APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO E QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES

	QUESTIONÁRIO DE PESQUISA COM PROFESSORES	
APRESENTAÇÃO		
<p>Prezado Professor(a), obrigado pela gentileza, disponibilidade e colaboração neste processo de produção acadêmica. Este questionário faz parte do projeto “POTENCIALIDADES EDUCATIVAS DO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA” que, dentre outros objetivos, busca caracterizar o Museu de Biologia Professor Mello Leitão como um possível espaço de educação não formal que promova o Ensino de Química.</p> <p>Convidamos, preferencialmente, para responder este questionário professores de Química (formados em licenciatura ou bacharelado) que lecionam ou lecionaram disciplinas da área Química na educação básica. Por se tratar de uma pesquisa acadêmica, para confirmar sua participação, é necessário informar um endereço de e-mail válido e ler, na seqüência e atentamente, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, fornecendo os dados requisitados, confirmando sua participação nesta pesquisa.</p> <p>Endereço de e-mail: _____</p>		
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO		
<p>Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa “Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é verificar como os museus, enquanto espaços não formais de ensino seriam, também, um espaço para o Ensino de Química. Nesta pesquisa pretendemos investigar as potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado em Santa Teresa, ES, para o Ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos da educação básica. A pesquisa, além de valorizar os espaços não formais, como os Museus de Ciências, e do desenvolvimento da alfabetização científica nos alunos, propõe a elaboração de um guia didático para posteriores práticas educativas no Instituto Nacional da Mata Atlântica, propiciando o Ensino de Química e das Ciências da Natureza. Os riscos são mínimos, como o aborrecimento ao responder questionários ou o cansaço durante a atividade proposta, por exemplo.</p> <p>Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome no trabalho publicado. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.</p>		
<p>Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:</p>		

Pesquisador Responsável: Reginaldo Fabri Júnior
Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes – Campus Vila Velha
RG: 1.321.879
E-mail: fabrijr.r@gmail.com
Telefone para contato: (27)999657312

Nome completo: _____
RG: _____
Endereço: _____

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas (___)

INFORMAÇÕES GERAIS

1. Sua idade:

- entre 18 e 25 anos
 entre 25 e 35 anos
 entre 35 e 45 anos
 mais de 45 anos

2. Gênero:

- Feminino
 Masculino
 Prefiro não dizer

3. Estudou em qual(is) instituição(ões) de nível superior? _____

4. Qual(is) curso(s) você fez? _____

5. Quanto tempo atua ou atuou no magistério?

- de um a cinco anos
 de seis a dez anos
 de onze a quinze anos
 de dezesseis a vinte anos
 por mais de 20 anos

6. Selecione os níveis de ensino nos quais você atua ou atuou.

- fundamental
 médio
 técnico
 superior

7. Qual o tipo de instituição em que você trabalha?

- pública
 particular
 não está trabalhando no momento

9. As atividades que proponho nas aulas de química também buscam evidenciar a metodologia científica, discutir as fontes científicas e sua credibilidade, assim como estudar a história da ciência.

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Não concordo e nem discordo

Discordo parcialmente

Discordo totalmente

SOBRE ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE ENSINO ...

1. Avalie a seguinte afirmação: "Espaços não formais, como museus, praças, parques auxiliam o professor em sua prática docente".).

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Não concordo e nem discordo

Discordo parcialmente

Discordo totalmente

2. Em sua opinião, o que é um espaço não formal de ensino? _____

3. Você costuma utilizar espaços não formais de ensino em sua prática docente?

Sim, regularmente

Sim, esporadicamente

Não

Talvez

Não sei opinar

3.1

Se assinalou 'sim', por favor, cite o máximo possível, de exemplos do uso destes espaços em sua prática docente. _____

3.2

Se assinalou 'não', por favor, cite algumas justificativas para a não utilização destes espaços em sua prática docente _____

3.3

Se assinalou 'talvez' ou 'não sei opinar', por favor, tente justificar a sua escolha _____

SOBRE SUA RELAÇÃO COM ESPAÇOS CIENTÍFICOS/CULTURAIS ...

1. Você visita ou já visitou espaços científicos/culturais em algum momento de sua vida?

Sim, regularmente

Sim, esporadicamente

Não

Talvez

Não sei opinar

1.1

Se assinalou "sim, frequentemente", cite alguns dos espaços científicos/culturais que você já visitou em algum momento de sua vida _____

1.2

Se assinalou "sim, esporadicamente":

- Cite alguns dos espaços científicos/culturais que você já visitou em algum momento de sua vida ____
- Cite alguns dos principais motivos de não visitar estes espaços com mais frequência _____

1.3

Se assinalou "não", "talvez" ou "não sei opinar":

- Por qual/quais motivos não visitou espaços científicos/culturais? _____
- Cite alguns espaços científicos/culturais que você já ouviu falar _____

SOBRE O MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO ...

O Museu, que faz parte do Instituto Nacional da Mata Atlântica, está localizado na cidade de Santa Teresa, região serrana do estado do Espírito Santo.

1. Você já visitou o Museu de Biologia Professor Mello Leitão?

- (___) Sim
 (___) Não
 (___) Talvez
 (___) Não sei opinar

1.1

Se assinalou 'sim' ...

- Descreva, sucintamente, sua experiência.
- Conhecendo o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ele apresente potencial para ensinar Química?

- (___) Sim
 (___) Não
 (___) Talvez
 (___) Não sei opinar

- Dos seguintes pontos de visitação mediada que o museu apresenta indique aquele que, pela sua avaliação, permite o Ensino da Química.

- | | |
|---|--|
| (___) Canhão de guerra | (___) Viveiro das aves |
| (___) Serpentário | (___) Ponto de observação dos colibris |
| (___) Pavilhão de ornitologia | (___) Mata |
| (___) Casa das epífitas e jardim rupestre | |

- De acordo com os itens assinalados na questão anterior, por favor, indique pelo menos um conteúdo de química que poderia ser abordado nesse(s) ponto(s) _____

OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO!

A sua participação e contribuição para a minha pesquisa será importantíssima!

Agradeço o seu tempo e sua disposição em responder esse questionário!

A você, meu obrigado!

Reginaldo Fabri Júnior
 Professor-pesquisador pelo projeto

APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS MAIORES



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) a participar da pesquisa “Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é comprovar que os museus, enquanto espaços não formais de ensino seriam, também, um espaço para o Ensino de Química. Nesta pesquisa pretendemos investigar as potencialidades educativas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado em Santa Teresa, ES, para o Ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio.

Caso você concorde em participar vamos fazer diversas atividades de campo e práticas de Química dentro do espaço do museu. A pesquisa, além de valorizar os espaços não formais, como os Museus de Ciências, propõe desenvolver a Alfabetização Científica nos alunos e a elaboração de um guia didático para posteriores práticas educativas no Instituto Nacional da Mata Atlântica, propiciando o Ensino de Química e das Ciências da Natureza. Os riscos são mínimos, como o aborrecimento ao responder questionários ou o cansaço durante a atividade proposta, por exemplo.

Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Vila Velha, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Participante

Assinatura do Pesquisador

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
 Pesquisador Responsável: Reginaldo Fabri Júnior
 Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes – Campus Vila Velha
 RG: 1.321.879
 E-mail: fabrjr.ng@gmail.com
 Telefone para contato: (27)999657312

APÊNDICE 4 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS RESPONSÁVEIS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é comprovar que os museus, enquanto espaços não formais de ensino seriam, também, um espaço para o Ensino de Química. Nesta pesquisa pretendemos investigar as potencialidades educativas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado em Santa Teresa, ES, para o Ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio.

Caso você concorde na participação do menor vamos fazer diversas atividades de campo e práticas de Química dentro do espaço do museu. A pesquisa, além de valorizar os espaços não formais, como os Museus de Ciências, propõe desenvolver a Alfabetização Científica nos alunos e a elaboração de um guia didático para posteriores práticas educativas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, propiciando o Ensino de Química e das Ciências da Natureza. Os riscos são mínimos, como o aborrecimento ao responder questionários ou o cansaço durante a atividade proposta, por exemplo.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Vila Velha, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável: Reginaldo Fabri Júnior
Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes – Campus Vila Velha
RG: 1.321.879
E-mail: fabrijr.ig@gmail.com
Telefone para contato: (27)999657312

APÊNDICE 5 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) a participar da pesquisa “Potencialidades educativas do Museu de Biologia Professor Mello Leitão para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é comprovar que os museus, enquanto espaços não formais de ensino seriam, também, um espaço para o Ensino de Química. Nesta pesquisa pretendemos investigar as potencialidades educativas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado em Santa Teresa, ES, para o Ensino de Química, com vistas à promoção da alfabetização científica de alunos do ensino médio.

Caso você concorde em participar vamos fazer diversas atividades de campo e práticas de Química dentro do espaço do museu. A pesquisa, além de valorizar os espaços não formais, como os Museus de Ciências, propõe desenvolver a Alfabetização Científica nos alunos e a elaboração de um guia didático para posteriores práticas educativas no Instituto Nacional da Mata Atlântica, propiciando o Ensino de Química e das Ciências da Natureza. Os riscos são mínimos, como o aborrecimento ao responder questionários ou o cansaço durante a atividade proposta, por exemplo.

Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Vila Velha, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do (a) Participante

Assinatura do Pesquisador

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Pesquisador Responsável: Reginaldo Fabri Júnior
Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes – Campus Vila Velha
RG: 1.321.879
E-mail: fabrijr.ifes@gmail.com
Telefone para contato: (27)999657312

APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO APLICADO ANTERIORMENTE A VISITA

	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO – PRÉ VISITA INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA Marandino et al. (2018)	
Título do guia: E TEM QUÍMICA NO MUSEU? UM GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITAO		
Tema: Ensino de Química em espaço não formal (museu) com vistas à Alfabetização Científica		
Data	Nome: _____ Série: _____ Idade: _____ Sexo: _____	

1. Indique com um X UMA ÚNICA OPÇÃO que caracterize o papel de cada um destes meios possui para o seu aprendizdo, para o seu interesse sobre a Química e as Ciências em geral:

Meios	Ótimo	Bom	Regular	Não teve
A. Professores				
B. Programas de TV				
C. Revistas				
D. Jornais				
E. Colegas do colégio				
F. Internet				
G. Livros				
H. Centros culturais				
I. Exposições				
J. Filmes				
K. Museus				
L. Familiares				

2. Você já visitou espaços científicos/culturais em algum momento de sua vida? () Sim () Não*
*se marcou a opção não, favor pular para a questão 5

3. Cite os espaços científicos/culturais que você já visitou em algum momento de sua vida.

4. Indique com um X UMA ÚNICA OPÇÃO que caracterize o papel do(s) espaço(s) que você já visitou no seu o seu aprendizdo, para o seu interesse sobre a Química e/ou as Ciências em geral:

Espaços científicos/culturais	Ótimo	Bom	Regular	Não teve
A. Bibliotecas				
B. Centros culturais				
C. Cinemas				
D. Exposições				
E. Jardins/Parques				
F. Museus				
G. Zoológicos				
H. Teatros				

5. Cite nomes de espaços científicos/culturais que você conheça, mesmo não tendo visitado algum.
() Não conheço nenhum espaço deste tipo.

6. Você já visitou o Museu de Biologia Professor Mello Leitão?

Sim Não Talvez Não sei opinar

*caso afirmativo, relate como ocorreu esta visita (escola, família, amigos? Conte um pouco de sua experiência)

7. Com relação à aula que será realizada ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela poderá lhe proporcionar uma melhoria no seu conhecimento em Química?

Sim Não Talvez Não sei opinar

8. Com relação à aula que será realizada ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela poderá lhe proporcionar uma melhoria na sua visão do mundo, enquanto cidadão?

Sim Não Talvez Não sei opinar

9. Você acredita que este tipo de atividade pode ser importante para a sua motivação em aprender?

Sim Não Talvez Não sei opinar

10. Em sua opinião, o que você poderá aprender de Química em nossa visita ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão? Indique assuntos/temas que se relacionem com a Química (caso você conheça o museu, pode indicar locais existentes no espaço e assuntos que podem ser discutidos nestes locais). 'Não sei opinar' é válida como resposta, caso você não tenha opinião formada.

11. Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que acha da nossa visita ser virtual ao invés de presencial.

Ganha em qualidade Perde em qualidade É indiferente Não sei opinar

12. Caso queira opinar sobre a questão anterior, escreva aqui (facultativo)

APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO APLICADO POSTERIORMENTE A VISITA

	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO – PÓS VISITA INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA Marandino et al. (2018)	
Título do guia: É TEM QUÍMICA NO MUSEU? UM GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO		
Tema: Ensino de Química em espaço não formal (museu) com vistas à Alfabetização Científica		
Data	Nome: _____ Série: _____ Idade: _____ Sexo: _____	

1. Marque com um X, em cada linha, UMA ÚNICA OPÇÃO, que caracterize o quanto você gostou de cada espaço do museu utilizado na aula.

Espaços	Gostei muito	Gostei	Indiferente	Não gostei
A. Auditório				
B. Canhão de guerra				
C. Viveiro das aves				
D. Serpentário				
E. Ponto de observação dos colibris				
F. Pavilhão de ornitologia				
G. Mata				
H. Casa das epífitas e jardim rupestre				

2. Analisando todos os espaços visitados, em qual você acha que teve MAIS aprendizado de Química? Marcar com um X apenas UMA opção.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Auditório | <input type="checkbox"/> Ponto de observação dos colibris |
| <input type="checkbox"/> Canhão de guerra | <input type="checkbox"/> Pavilhão de ornitologia |
| <input type="checkbox"/> Viveiro das aves | <input type="checkbox"/> Mata |
| <input type="checkbox"/> Serpentário | <input type="checkbox"/> Casa das epífitas e jardim rupestre |

3. Analisando todos os espaços visitados, em qual você acha que teve mais informações científicas? Marcar com um X apenas UMA opção.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Auditório | <input type="checkbox"/> Ponto de observação dos colibris |
| <input type="checkbox"/> Canhão de guerra | <input type="checkbox"/> Pavilhão de ornitologia |
| <input type="checkbox"/> Viveiro das aves | <input type="checkbox"/> Mata |
| <input type="checkbox"/> Serpentário | <input type="checkbox"/> Casa das epífitas e jardim rupestre |

4. Marque com um X, em cada linha, UMA ÚNICA OPÇÃO, indicando sua resposta para cada questão feita.

Perguntas	Sim	Não	Talvez	Não sei opinar
A. Com relação à aula que foi realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela lhe proporcionou uma melhoria no seu conhecimento químico?				
B. Com relação à aula que foi realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela lhe proporcionou uma melhoria nos seus conhecimentos sobre as Ciências em geral?				
C. Com relação à aula que foi realizada no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, você acredita que ela lhe proporcionou uma melhoria em sua visão do mundo, enquanto cidadão?				
D. É costume em sua escola fazer este tipo de visita a espaços científicos/culturais?				
E. Este tipo de atividade foi importante para a sua motivação em aprender?				

5. Como você classificaria a aula de Química feita no Museu de Biologia Professor Mello Leitão?

- Muito boa Boa Razoável Fraca Muito fraca

6. Marque com um X, em cada linha, UMA ÚNICA OPÇÃO, indicando sua opinião sobre as afirmações feitas a seguir.

Afirmações	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Não concordo e nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
1. Compreendi melhor a disciplina Química.					
2. Aprendi química em um local diferente da escola.					
3. Aprender química é interessante quando envolve discussão de temas do cotidiano relacionados com química.					
4. Considero as aulas de Química mais interessantes quando preciso pensar muito sobre o assunto que estou estudando.					
5. Tenho vontade de aprender mais sobre o assunto apresentado.					
6. As atividades me fizeram pensar bastante sobre as minhas atitudes como cidadão(ã).					
7. As atividades me encorajaram a compartilhar as minhas ideias com meus colegas.					
8. As atividades me encorajaram a fazer perguntas.					
9. As atividades realizadas me permitiram participar ativamente.					
10. As atividades desenvolvidas foram úteis para aprender Química.					
11. As atividades foram importantes para aprender com diversão.					
12. Acho importante realizar mais atividades como as da aula no museu.					

7. O que você considera ter aprendido no Museu de Biologia Professor Mello Leitão? Faça as suas considerações positivas quanto a esta proposta de ensino.

8. Qual(is) a(s) sua(s) sugestão(ões) para a melhoria desta aula? Faça as suas considerações negativas quanto a esta proposta de ensino.

9. Independentemente da situação de pandemia em que estamos, indique o que ACHOU após a nossa visita virtual no museu ao invés de presencial.
 Ganha em qualidade Perde em qualidade É indiferente Não sei opinar

10. Opine sobre sua escolha na questão anterior.

APÊNDICE 8 – PRODUTO EDUCACIONAL “TEM QUÍMICA NO MUSEU? GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO”



PROFQUI

PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL

SÉRIE – ENSINO DE QUÍMICA
Nº 10

TEM QUÍMICA NO MUSEU?

**GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
QUÍMICA NO MUSEU DE BIOLOGIA
PROFESSOR MELLO LEITÃO**

Reginaldo Fabri Júnior
Denise Rocco de Sena
Manuella Villar Amado

ISBN 978-65-89716-19-8



**INSTITUTO
FEDERAL**
Espírito Santo

Campus
Vila Velha



Edifes
ACADÊMICO

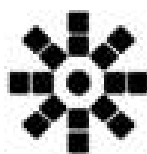
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA
Mestrado Profissional em Química

Reginaldo Fabri Júnior
Denise Rocco de Sena
Manuella Villar Amado

TEM QUÍMICA NO MUSEU?
GUIA DIDÁTICO PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO MUSEU
DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO

Série Ensino de Química – Nº 10

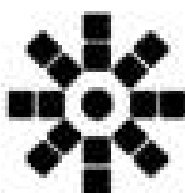
Grupo de pesquisa Tecnologias e Educação em Química e Biologia - TEQBIO
Grupo de Estudo e Pesquisa em Alfabetização Científica
e Espaço de Educação Não Formal - GEPAC



Edifes
ACADÊMICO

Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Espírito Santo

Vila Velha
2021



Edifes ACADÊMICO



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Hermelinda Peixoto Pereira Martins CRB6-522

I59e Instituto Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-Graduação
Profissional em Química

Tem química no museu? Guia didático para o ensino de
química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão. / Reginaldo
Fabri Júnior, Manuella Villar Amado, Denise Rocco de Sena. – Vila
Velha : Edifes Acadêmico, 2021.

56 p. : il. ; 30 cm.
Inclui bibliografia.
Série Ensino de Química, n. 10.
ISBN 978-65-89716-19-8

Grupo de pesquisa Tecnologias e Educação em Química e
Biologia
Grupo de Estudo e Pesquisa em Alfabetização Científica e
Espaço de Educação Não Formal

1. Química – estudo e ensino. 2. Alfabetização científica. 3.
Museus de ciências. 4. Museus. 5. Educação não formal. I. Fabri
Júnior, Reginaldo. II. Amado, Manuella Villar. III. Sena, Denise Rocco
de. IV. Grupo de pesquisa Tecnologias e Educação em Química e
Biologia. V. Grupo de Estudo e Pesquisa em Alfabetização Científica
e Espaço de Educação Não Formal. VI. Instituto Federal do Espírito
Santo. VII. Título.

CDD: 540

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Pró-Reitoria de Extensão e Produção

Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia, Vitória, Espírito Santo CEP 29056-255

Tel. +552732275564

E-mail: editoraifes@ifes.edu.br

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Campus Vila Velha

Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo. 29106-010

Comissão Científica

Prof. Dr. Paulo Rogério Garcez de Moura

Profa. Dra. Mirian do Amaral Jonis Silva

Coordenação Editorial

Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Responsável: Adonai José Lacruz

Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia, Vitória, Espírito Santo CEP 29056-255

www.edifes.ifes.edu.br

editora@ifes.edu.br

Revisão do Texto

Reginaldo Fabri Júnior

Denise Rocco de Sena

Manuella Villar Amado

Capa e Editoração Eletrônica

Assessoria de Comunicação Social do IFES

Reginaldo Fabri Júnior

Produção e Divulgação

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

MINI-CURRÍCULO DOS AUTORES



Reginaldo Fabri Júnior - Licenciado em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo (2010), Pós-Graduação em Ensino, com ênfase em currículo (2018) e Mestre em Química pelo Programa de Pós-graduação Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui), no Instituto Federal do Espírito Santo (2020). É professor de Química do ensino básico, com experiência em currículo escolar, textos de divulgação científica, ensino de Química em espaços não formais e alfabetização científica.



Denise Rocco de Sena - Graduada em Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (1986), Mestre em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (1991) e Doutora em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos - USP (2002). Foi coordenadora de Curso Técnico em Química entre os anos de 2006 a 2009, diretora de Ensino entre os anos de 2011 e 2014 e diretora Geral entre os anos 2014 e 2017 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - campus Vila Velha (Ifes). Atualmente é professora Titular do curso de licenciatura e bacharelado em Química do Ifes, também lecionando disciplinas no Mestrado Profissional de Ensino de Química, ProfQui. Atualmente orienta mestrandos na linha de pesquisa de ensino de Química principalmente em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e Alfabetização Científica. Desde de Junho de 2019 está como Diretora Técnica-Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).



Manuella Villar Amado - Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2002), Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004), Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (2008) e Pós-doutora na área de Divulgação e Ensino das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto- Portugal (2014). Líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal (GEPAC), Coordenadora da Especialização em Educação e Divulgação em Ciências (EDIV) e da Especialização em Ensino Interdisciplinar em Saúde e Meio Ambiente na Educação Básica (EISMA) do Ifes-Campus Vila Velha. Atua como professora do curso Técnico Integrado em Química, no Mestrado profissional do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) e no ProfQui. É pesquisadora na área de Ensino de Ciências realizando pesquisas em Alfabetização Científica e em Espaços de Educação Não Formal.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	06
POR QUE A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?	07
E POR QUE ENSINAR QUÍMICA EM UM MUSEU?	10
E POR QUE NO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO?	12
INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O MUSEU	14
E, FINALMENTE, DO QUE SE TRATA ESTE GUIA?	15
AUDITÓRIO	18
CANHÃO DE GUERRA	20
VIVEIRO DAS AVES	24
SERPENTÁRIO	28
PONTO DE OBSERVAÇÃO DOS COLIBRIS	33
PAVILHÃO DE ORNITOLOGIA	37
MATA	41
CASA DAS EPÍFITAS E JARDIM RUPESTRE	44
POSSÍVEIS INDICADORES E ATRIBUTOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA ...	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	50
QR CODES	54

APRESENTAÇÃO

Caro(a) Professor(a),

Na pesquisa que deu origem a este Guia Didático, estudou-se a possibilidade de promover o Ensino de Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado no município de Santa Teresa, Espírito Santo, com foco na Alfabetização Científica.

O desenvolvimento de práticas educacionais fora do formato tradicional costumam ser atividades potencialmente motivadoras para os alunos, principalmente porque a aprendizagem sai da sala de aula e ocorre em eventos, em espaços não formais de educação e a partir de produtos que estejam voltados à divulgação das Ciências, como museus e exposições, programas de televisão, filmes e documentários, textos de divulgação científica e tecnológica, dentre tantos outros.

Com relação ao ensino de Química, a utilização de espaços não formais de educação visa por um lado estimular a curiosidade e motivar os alunos com relação aos conteúdos químicos presentes nesses ambientes enquanto, por outro lado, busca suprir, ao menos em parte, a falta de recursos financeiros e audiovisuais que alguns estabelecimentos de ensino possuem.

Numa época onde a Ciência, a Escola e os Museus são tão desprezados por parte dos governos e da população, propor atividades didáticas que relacionem estes espaços torna-se, além de uma forma prática de valorização destes locais, um posicionamento político. Este guia propõe uma série de ações no Museu de Biologia Professor Mello Leitão focados ao Ensino de Química e de Ciências... o que não exige que essas atividades sejam desenvolvidas apenas por professores destas disciplinas: o nosso objetivo é bem maior porém estes são os primeiros passos para chegarmos lá!

Bom trabalho a todos!
Reginaldo Fabri Júnior
Professor-pesquisador responsável

ANTES DE TUDO, PRECISAMOS REFLETIR:

POR QUE A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?



Imagino que você saiba o que é integração curricular. Ela corresponde à organização dos conhecimentos de tal forma que a educação garanta uma formação completa dos educandos, onde a ênfase não está nos conteúdos a se ensinar mas na aplicação dos conhecimentos em situações [1]. O aluno, nesse sentido, poderá compreender melhor o que aprende porque facilmente será capaz de associar o que aprendeu com a realidade em que ele está inserido – e você, professor, estará promovendo a formação de cidadãos com autonomia intelectual e com pensamento crítico.

Para aqueles que nunca ouviram falar sobre alfabetização científica, este termo transmite a ideia de que aprender sobre Ciências deva ser algo tão imprescindível quanto aprender a ler e a escrever [2]. Existe uma frase muito citada nos textos sobre este assunto que diz que “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” [3].

Assim, um indivíduo alfabetizado cientificamente deve ser capaz de buscar informações nos mais diversos ambientes (jornais, TV, internet, espaços não formais de ensino, manuais, ambientes naturais e urbanos, dentre vários outros), interpretá-las, avaliá-las e as utilizar, de forma adequada, para a solução dos seus problemas e para as questões coletivas e/ou sociais. É importante salientar que um conhecimento básico das Ciências já permite que o cidadão participe ativamente de uma sociedade com modificação científica e tecnológica constante [4].

A escola, por promover o Ensino de Ciências e ser um espaço onde tudo está relacionado com algum conhecimento, torna-se um local favorável para desenvolver atividades voltadas à alfabetização científica, com toda a escola contribuindo com a construção de diferentes entendimentos de seus alunos e alunas [5].

E como proporcionar a 'alfabetização científica'? Para auxiliar os professores na compreensão de como ela se processa, Sasseron e Carvalho propuseram três pontos, chamados de "Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica" [6], que servem de orientação básica na elaboração de atividades de ensino que a almejem.

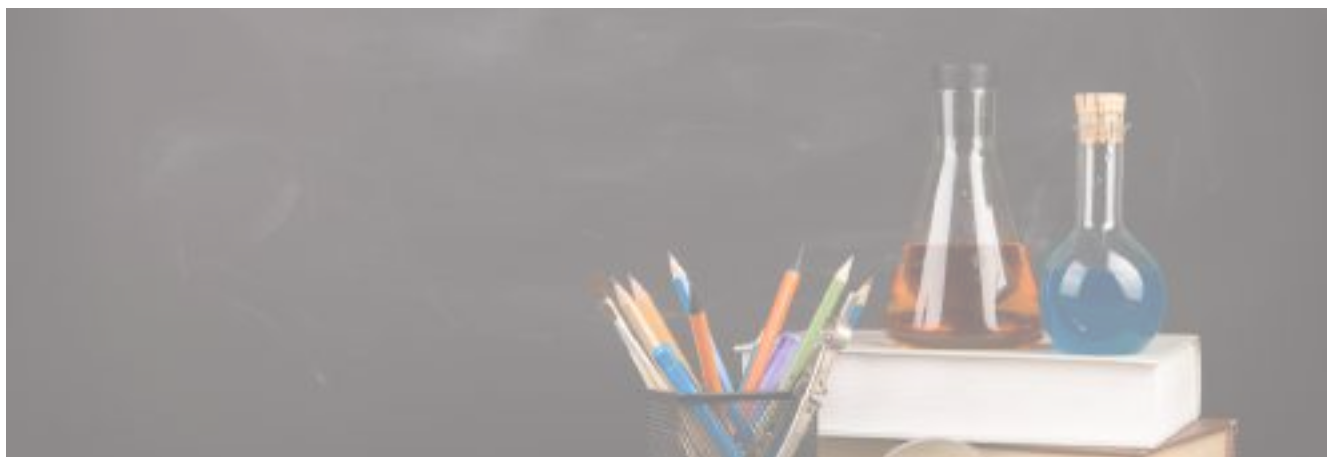
Os eixos são os seguintes:

1º Eixo – Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: O primeiro eixo permeia o entendimento de conceitos básicos, terminologias, unidades de medida, leis e teorias, dentre outros; ele visa atender pequenas necessidades do dia-a-dia exigida pela sociedade, no que se refere a compreensão básica da Ciência pelo cidadão.

2º Eixo – Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática: O segundo eixo objetiva fazer com que o aluno tenha em mente a forma como as investigações científicas são realizadas e, também, compreender como se fazer Ciência e como se fazer a avaliação de problemas que envolvam conceitos científicos. Perceber que existem fatores que limitam certas pesquisas e reconhecer a importância de inúmeras outras.

3º Eixo – Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente: O terceiro e último eixo justifica o estudo das Ciências quando se deseja a busca de uma sociedade e de um mundo mais sustentável. Neste eixo tudo que se é abordado é relevante no desenvolvimento da criticidade do indivíduo.

Outro grupo de pesquisa desenvolveu a ferramenta teórico-metodológica "Indicadores de Alfabetização Científica" [7] que, de acordo com as palavras da autora, esta ferramenta "foi desenvolvida com o intuito de captar e sistematizar aspectos relacionados às várias dimensões da Alfabetização Científica. Sua finalidade é analisar atividades, materiais educativos, ações, exposições, mídias de educação não formal e comunicação pública da ciência e/ou a participação/interação das diversas audiências com essas ações."



Ela é composta por um conjunto de quatro indicadores que foram projetados para trazerem informações sobre os processos de Alfabetização Científica, garantindo embasamento para argumentações; cada indicador possui três características próprias chamadas de atributos, embasados nos diversos referenciais teóricos referentes à Alfabetização Científica. O quadro a seguir traz os indicadores propostos pelos pesquisadores, uma breve característica do mesmo e os atributos relacionados a eles.

INDICADORES	CARACTERÍSTICAS	ATRIBUTOS
1. Científico	Este indicador está presente quando uma ação ou o seu resultado junto ao público expressa conceitos científicos, processos e produtos da ciência, incluindo aspectos relacionados à natureza da ciência.	1a. Conhecimentos e conceitos científicos, pesquisas científicas e seus resultados; 1b. Processo de produção de conhecimento científico; 1c. Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento
2. Interface social	Busca evidenciar se as ações e materiais favorecem a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade, relacionadas aos impactos e a participação da sociedade.	2a. Impactos da ciência na sociedade; 2b. Influência da economia e política na ciência; 2c. Influência e participação da sociedade na ciência
3. Institucional	Expressa a dimensão das instituições envolvidas com a produção, divulgação e o fomento da ciência, seus papéis, missões e função social.	3a. Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões; 3b. Instituições financiadoras, seus papéis e missões; 3c. Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição
4. Interação	Possibilita identificar os modos e formatos de interação do público com as ações, buscando entender o potencial das interações do ponto de vista físico, estético-afetivo e cognitivo para a promoção da alfabetização científica.	4a. Interação física; 4b. Interação estético-afetiva; 4c. Interação cognitiva.

Indicadores da Alfabetização científica e seus atributos
Fonte: (Adaptado de MARANDINO et al., 2018)

Promover a alfabetização científica é algo a ser levado em consideração, principalmente ao notarmos a forma como as Ciências são geralmente abordadas em sala de aula, às vezes de forma empobrecida, focada na memorização de fórmulas e conceitos, sem relacioná-la com seu cotidiano, o que pode provocar o desinteresse de muitos estudantes: o ensino das Ciências processa-se pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém foi influenciado, direta ou indiretamente, por algum avanço científico e tecnológico.

Portanto, o ambiente escolar torna-se o principal meio para a promoção da alfabetização científica e para a formação de cidadãos capazes de atuar, efetivamente, em nossa sociedade, principal objetivo da pedagogia de Paulo Freire. A alfabetização científica colabora, então, na formação integral dos educandos, tornando-se parte essencial do currículo escolar das Ciências da Natureza.

ANTES DE TUDO, PRECISAMOS REFLETIR:

E POR QUE ENSINAR QUÍMICA EM UM MUSEU?



Cada vez mais as parcerias entre escola e ambientes não formais de educação são desenvolvidas pois o ensino de Química e, por consequência, o ensino de Ciências, não pode ser restrito, unicamente, ao espaço formal [8]. Assim, dentre esses ambientes, os museus de ciências naturais apresentam-se com elevado potencial educativo, capaz de ofertar meios para um complemento curricular, tanto com relação aos conteúdos programáticos quanto em uma perspectiva interdisciplinar e social [9].

No Brasil, as principais aproximações entre estas instituições e as escolas ocorrem, principalmente, por iniciativas dos próprios professores ou por projetos de pesquisa e extensão desenvolvidos por pesquisadores universitários. As instituições de ensino superior e os museus, nesses projetos, surgem como novos agentes que se colocam em meio às escolas e os espaços culturais, trazendo novas indagações para o campo da pesquisa educacional e novas propostas educacionais [10].

Dito isso, as pesquisas sobre educação em Ciências tornam-se essenciais para fomentar essas parcerias supracitadas. Entretanto, mesmo que essas pesquisas tenham aumentado em nosso país nas últimas quatro décadas, a maioria foi defendida na última [11], indicando que a área em questão se configura como uma temática de pesquisa em destaque e necessária no campo do ensino em Ciências. Outros pesquisadores também indicam este déficit de publicações e de pesquisas [9; 10; 12].

Pode se dizer o mesmo sobre o ensino de Química em museus, cuja presença é escassa nesses espaços. Pesquisas indicam que, quando presente, a maior parte das atividades que envolve o ensino de Química volta-se para o apoio à educação formal, principalmente em cursos para professores e estudantes ou em aulas práticas em laboratórios, além de sinalizar também que as principais dificuldades apontadas para criar ou manter um setor de Química nos museus são questões financeiras e/ou de recursos humanos [12].

Ainda assim, são encontrados alguns exemplos que indicam que é possível desenvolver ações voltadas à divulgação e ensino de Química em centros e museus de Ciências.

Em suma, mesmo sendo limitada a quantidade de pesquisas feitas na área, pode ser observado um interesse tanto da parte de pesquisadores quanto dos museus no desenvolvimento de atividades que envolvam a Química. As possibilidades são inúmeras e possíveis de serem elaboradas, desenvolvidas e necessárias – um dos motivadores deste guia!!!



ANTES DE TUDO, PRECISAMOS REFLETIR:

E POR QUE NO MUSEU DE BIOLOGIA PROFESSOR MELLO LEITÃO?



Explicar este porquê é falar um pouco sobre o meu histórico profissional. Em 1996 iniciei o curso de Ciências Biológicas e, mesmo descobrindo pouca afinidade com o curso (tanto que não o concluí), as aulas práticas e as aulas de campo em parques, museus, matas e praias, tornaram-se fatores de motivação para continuar estudando. Mesmo sem nenhuma experiência, neste mesmo ano iniciei também minha atividade docente, como professor de Ciências do Ensino Fundamental, onde percebi a paixão que possuía pela Licenciatura e pelas Ciências; mesmo com toda a dificuldade, nunca deixei de gostar da profissão.

Em função disso fiz o curso de Licenciatura em Química, nunca deixando a prática docente. Com o passar dos anos, pude experimentar diversas dificuldades em sala de aula, como a desmotivação e desinteresse dos alunos. Entretanto, as aulas práticas e as de campo sempre modificavam esse comportamento, motivando não somente os alunos, mas a mim também.

Pessoalmente, a visitação a museus e exposições, dos mais diversos tipos, tornou-se hábito no início dos anos 2000, e nesse tipo de ambiente não formal de aprendizagem eu sempre tentei relacionar o que nos é exposto com o que costumo ensinar tradicionalmente na escola. As visitas com turmas a museus, quando possível, tornaram-se prática rotineira, tanto para as minhas aulas, como para diversas atividades interdisciplinares, com professores de História, Artes, Geografia e Biologia.



Foi nessas idas e vindas que conheci o Museu de Biologia Professor Mello Leitão, localizado na cidade de Santa Teresa, Espírito Santo. E foi paixão à primeira vista! Fundado em 1949 pelo naturalista Augusto Ruschi, é uma das principais instituições ligadas ao patrimônio natural do país. Seu nome é uma homenagem ao zoólogo Cândido Firmino de Mello Leitão, importante pesquisador brasileiro e amigo pessoal do fundador.

O museu encontra-se em uma grande área da cidade, inserido no bioma Mata Atlântica, sendo a principal referência sobre a biodiversidade capixaba. Ele encontra-se bem estruturado com uma sede administrativa, uma biblioteca, pavilhões de exposições, áreas de coleções científicas, viveiros de animais e plantas, casa de hóspedes, auditório e oficina.

O Museu de Biologia Professor Mello Leitão já desenvolve um programa educativo direcionado aos visitantes e às escolas, guardando e estudando um acervo biológico com cerca de 22.000 exemplares da fauna e cerca de 36.000 registros da flora. De acordo com a Associação de amigos do Museu de Biologia Mello Leitão (SAMBIO), o espaço recebe cerca de 30.000 visitantes por ano, principalmente por alunos do ensino fundamental e médio.

Por ter uma infraestrutura pronta e adequada, direcionada principalmente ao Ensino de Ciências/Biologia e a Educação Ambiental, estudar e descobrir as potencialidades de se ensinar Química neste espaço foi meu desafio ... e um pouco deste trabalho encontra-se nestas propostas de atividades. Espero que você possa usufruir deste material feito com muita estima à Química, a Alfabetização Científica e, principalmente, ao Museu de Biologia Professor Mello Leitão.

INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O MUSEU



O Instituto Nacional da Mata Atlântica é o atual órgão gestor do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão que oferece um serviço gratuito de recepção ao público em geral, incluindo roteiros de visita mediada para grupos pré-agendados. Para este agendamento, basta preencher a Ficha de Cadastro disponível no link <http://inma.gov.br/agendamento/> ou, se preferir, entrar em contato pelos telefones (27) 3259-1182 ou (27) 3259-2100. Os agendamentos por telefone são realizados de segunda-feira a sexta-feira, de 8h as 12h e de 13h as 17h00.

O museu está localizado no centro da cidade de Santa Teresa, na Av. José Ruschi, nº 4, e fica aberto ao público de terça a domingo, incluindo feriados, das 8:00 às 17:00h, sendo a entrada gratuita. Visitas mediadas são oferecidas somente de terça a sexta.

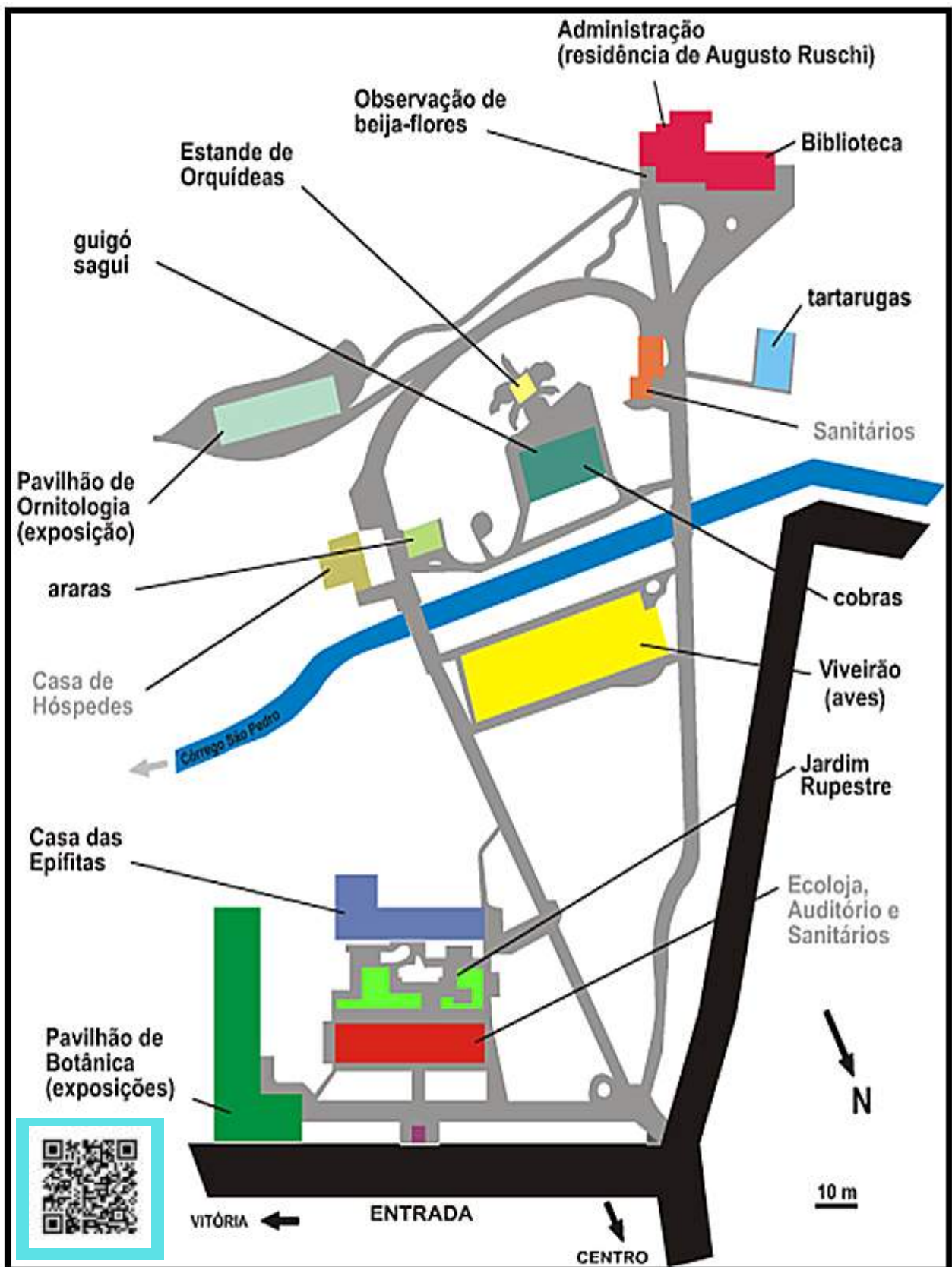
ANTES DE TUDO, PRECISAMOS REFLETIR:

E, FINALMENTE, D'O QUE SE TRATA ESTE GUIA?



Devido a diversas possibilidades voltadas para o Ensino de Química em seu espaço, decidiu-se pela elaboração de um guia com sugestões temáticas sobre a Química no Museu de Biologia Professor Mello Leitão, priorizando aquelas abordagens que permitem o uso do ecossistema Mata Atlântica e a sua relação com a Química e com as Ciências da Natureza. Este guia visa, também, promover Alfabetização Científica e prezar por ocupar a maior parte do tempo e do espaço das atividades propostas com os recursos materiais oferecidos pelo museu.

Como um guia didático para professores, ele lhe orientará na abordagem da Química no espaço do museu, com um olhar mais significativo, contextualizador, interdisciplinar e integrador. Ele indica assuntos que podem ser abordados num ponto de vista químico, tendo como norteador o caminho já feito nas visitas mediadas feitas no museu. A imagem a seguir indica um mapa do museu e alguns dos locais onde os momentos de atividades sugeridos por este guia ocorrerão.



Mapa ilustrativo do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, com indicação dos principais pontos de parada na visita monitorada.

Fonte: <https://pelomundocommanu.com/wp-content/uploads/2016/01/MAPA+MUSEU.png>. Acesso em: 15 set 2019.

Em cada ponto proposto neste guia apresentamos:

1. Algumas informações sobre o ponto do museu onde será feita a mediação;
2. Conteúdos de Química a serem abordados em cada parada, apresentando resumos, ilustrações e reações químicas, para o preparo de sua mediação;
3. Sugestões de atividades com links de textos, artigos, vídeos, dentre outros, que irão lhe auxiliar nas ações que você pretende desenvolver em cada ponto;
5. QR CODES que direcionarão você, professor, e seus alunos, às ilustrações, sites, vídeos e textos existentes neste guia, o que enriquecerá, mais ainda, seu percurso educacional no museu. Para os utilizar durante a aula, é necessário que você e/ou seus alunos tenham algum leitor de QR CODE instalados nos smartphones. Existem diversos aplicativos, gratuitos, disponíveis para instalação. É importante ressaltar que, se for de seu interesse utilizar os códigos durante a visita, que os alunos já tenham os leitores instalados antes da ida ao museu.

Foi criado o perfil na rede social Instagram "Tem Química no museu" ([@temquimicanomuseu](https://www.instagram.com/temquimicanomuseu)) para dar suporte virtual à este guia, para auxiliar na divulgação deste material e do Museu de Biologia Professor Mello Leitão, dentre outras funcionalidades.



É importante recordar que este guia apresenta sugestões de atividades, de discussões e de debates dentro do ensino de Química mas nada impede que você faça adequações necessárias à sua realidade, ou passe a abordar diversos outros assuntos ... esta é a intenção deste material: que você seja motivado, por este espaço não formal de ensino, a preparar aulas dinâmicas, contextualizadas, interessantes e significantes,

Qualquer dúvida e/ou sugestão vocês podem entrar em contato por mensagem/direct na página do Instagram do projeto ([@temquimicanomuseu](https://www.instagram.com/temquimicanomuseu)) ou pelo e-mail fabrijr.r@gmail.com.

Bora explorar este museu?

O auditório é uma construção localizada logo na entrada e costuma ser o local do início da caminhada. Aqui ocorrem palestras, explicações das ações desenvolvidas no museu e diversas outras atividades. Aqui, sugere-se um momento de conversa e debate breve, enfatizando a importância do museu para a comunidade, para o meio ambiente e para a ciência capixaba, nacional e internacional. Aqui podem ocorrer a aplicação de questionários e testes, além das orientações necessárias para o início da caminhada. A administração do museu indica que não é permitido a alimentação dos animais existentes no parque, a coleta e/ou retirada de plantas na área do museu e a manutenção de silêncio durante o trajeto, dentre outras informações. Para lhe ajudar, sugiro dar uma olhada nestes links que tratam sobre a história do Museu de Biologia Professor Mello Leitão.



LINKS:

- História do museu: <http://inma.gov.br/historia/>
- Sobre o aniversário de 70 anos do museu: <https://g1.globo.com/es/espirito-santo/noticia/2019/06/28/museu-de-biologia-mello-leitao-no-es-completa-70-anos.ghtml>
- Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, onde o próprio Augusto Ruschi conta sobre a criação do museu: http://boletim.sambio.org.br/pdf/di_46.pdf

QR CODES:



História do museu



70 anos do museu



Sobre a criação do museu



Área interna do auditório
Fonte: arquivo pessoal



Área de convivência externa
Fonte: arquivo pessoal

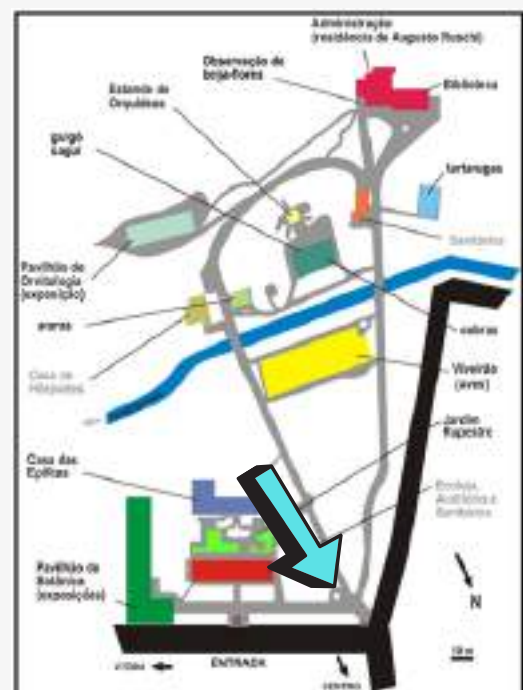
CANHÃO DE GUERRA



Canhão de guerra
Fonte: arquivo pessoal

PARA REFLEXÃO:

1. Qual a diferença entre o fenômeno químico 'oxidação' e o uso popular do termo?
2. Será que a oxidação de metais é tão ruim, assim? Como evitar a oxidação de metais?
3. Quais os tipos de corrosão que existem?



Localização do canhão de guerra
no espaço do museu

O canhão foi um presente dado a Augusto Ruschi pelo Exército Brasileiro e está localizado no trajeto entre o auditório e o viveirão das aves, bem próximo à rua. Como o mesmo encontra-se enferrujado – a visualização é fundamental neste momento – sugerimos, inicialmente, discutir conceitos de eletronegatividade, transferência de elétrons e de oxidação/redução, além de se explicar e indicar a importância do fenômeno de corrosão.



QUIMICAMENTE FALANDO ...

A corrosão é um fenômeno muito comum, presente no dia a dia dos indivíduos: quem nunca se deparou com uma peça 'enferrujada'? Este fenômeno deteriorante de uma peça, de origem metálica, ocorre principalmente por sua interação com outras espécies químicas num determinado meio de exposição, resultando em produtos de corrosão em certa região desta peça ou em sua totalidade. As fezes das aves, ricas em ácido úrico na forma de urato, quando dissolvidas em água, criam uma solução eletrolítica, que permitem a corrosão, por exemplo [13].

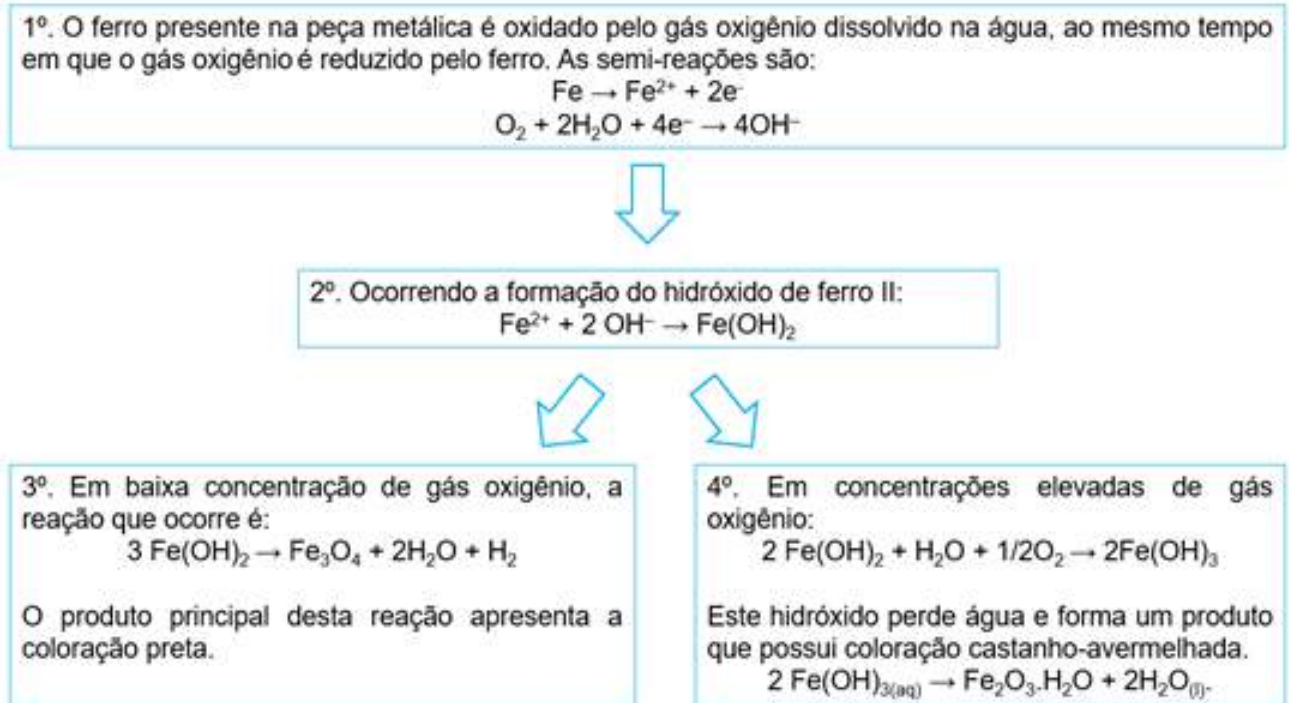
Merçon, Guimarães e Mainer [14], a partir do tipo de ataque sobre o material a ser deteriorado, classificam três tipos de corrosão. O quadro a seguir indica as características de cada tipo e as condições de sua ocorrência, além de exemplos.

Tipo de Corrosão	Características e Condições	Exemplos
Eletroquímica	Processo espontâneo que ocorre na presença de um eletrólito, em meio aquoso, onde acontecem reações anódicas e catódicas.	Formação da ferrugem; pilha galvânica.
Química (ou seca)	Ataque de um agente químico diretamente sobre o material.	Zinco metálico em presença de Ácido Sulfúrico; destruição do concreto de pontes e viadutos sob a ação de diversos agentes.
Eletrolítica	A partir de uma corrente elétrica externa, ou seja, não espontânea. Ocorre devido à deficiências de isolamento ou de aterramento, fora de especificações técnicas.	Tubulações de petróleo, cabos telefônicos enterrados e em tanques de postos de gasolina.

Características e exemplos dos diferentes tipos de corrosão
Adaptado de Merçon, Guimarães e Mainer (2004)

O principal exemplo da corrosão eletroquímica – a formação da ferrugem – envolve reações de oxirredução, de transferência de elétrons, num processo espontâneo, devido à natureza das espécies químicas envolvidas: o agente redutor perde elétrons – fenômeno dito oxidação – e a espécie que ganha elétrons, o agente oxidante, sofre a redução [16].

O ferro se oxida quando exposto ao ar úmido – água, H_2O , e gás oxigênio, $O_{2(g)}$ – formando uma camada porosa de um produto de corrosão conhecida como ferrugem. Esta é constituída por uma mistura de diferentes formas de óxidos e hidróxidos de ferro que podem variar de acordo com condições climáticas e os poluentes atmosféricos [16]. O fluxograma, a seguir mostra, de forma sucinta, a formação da ferrugem.



Sequência das reações de oxirredução para a formação da ferrugem
Adaptado de Merçon, Guimarães e Mainer (2004)

A ferrugem forma uma camada na superfície da peça que, com o tempo, vai ficando mais espessa, dificultando o contato do ferro metálico com o ar úmido e, por consequência, diminuindo a velocidade de corrosão. A própria ferrugem torna-se, então, proteção para que o metal não seja oxidado pela atmosfera; uma pintura na peça metálica teria o mesmo efeito [15]. A imagem ao lado mostra a espessa camada de ferrugem formada no canhão existente no museu.



Ferrugem no canhão de guerra
Fonte: arquivo pessoal



Vista lateral do canhão e detalhe da oxidação do canhão
Fonte: Arquivo próprio

Neste ponto podemos associar o fenômeno descrito com diversos outros locais públicos que permitem a visualização da oxidação: grades metálicas, partes de pontes, postes, fiação elétrica, etc. Uma sugestão para você, professor, caso seja possível, é levar peças metálicas não oxidadas para que possam ser feitas comparações com o metal oxidado do canhão. Não se esqueça de permitir a participação dos alunos, caso eles apresentem alguma dúvida ou consideração a ser feita.

LINKS:

- Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>

- Corrosão: um estudo dos metais no ensino de química:

<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/20591>

QR CODES:



Corrosão: um exemplo ...



Corrosão: um estudo

Aqui temos um grande espaço com pássaros apreendidos por órgãos de fiscalização e que se encontram no museu por não terem condições de readaptação ao meio natural. Sugere-se iniciar este momento retomando a discussão anterior sobre corrosão e ferrugem, já que todo o viveiro é cercado por telas metálicas



Vista lateral do viveiro das aves
Fonte: Arquivo próprio



QUIMICAMENTE FALANDO ...

O conhecimento do comportamento ácido-base acompanha a humanidade desde a antiguidade e a abordagem das teorias propostas para a compreensão deste fenômeno permite aos professores, além de discutir um dos aspectos mais populares da Química, versar com seus alunos uma linha do tempo que apresenta a construção e a evolução de teorias por parte da ciência [17].

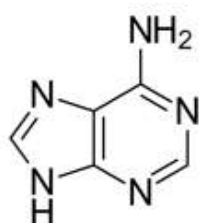
Uma substância ácida foi denominada assim pelo seu sabor característico – do latim *acidus*, azedo. Alcalinas – do árabe *al kali*, cinzas de plantas – seriam as substâncias capazes de neutralizar o efeito dos ácidos, sendo o termo *base* a denominação mais moderna para tais substâncias [18].

A teoria de Arrhenius que surgiu como parte da Teoria da Dissociação Eletrolítica é tida como a primeira teoria a explicar o comportamento químico destas substâncias. Segundo ela, uma base seria toda substância que em meio aquoso, libera OH^- como ânion, e um ácido seria toda substância que, em água, produz íons H^+ , a neutralização seria a reação entre essas duas espécies iônicas, produzindo água: $\text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ [19].

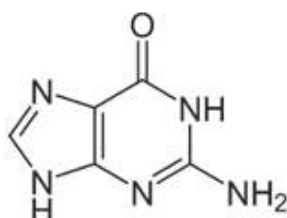
A teoria de Arrhenius era limitada ao meio aquoso e os químicos descobriram que reações entre ácidos e bases podem acontecer, também, com outros tipos de solventes ou, até, na ausência de um solvente [20]. Estas considerações culminaram numa conceituação mais abrangente que é conhecida como definição de Bronsted-Lowry: um ácido seria a espécie química que doa um próton e a base seria aquela espécie que receberia este próton, numa reação reversível.

Na natureza existem diversas substâncias que promovem a caracterização do meio onde se encontram como ácidos ou básicos. Os solos, por exemplo, podem ser vistos como naturalmente ácidos em função do crescimento vegetal que favorece a retirada de elementos químicos com características alcalinas, como o potássio, cálcio, magnésio e o sódio [21]. No MBML, podemos estudar um ácido em especial, presente nas fezes das diversas aves existentes no local, livres ou em cativeiro.

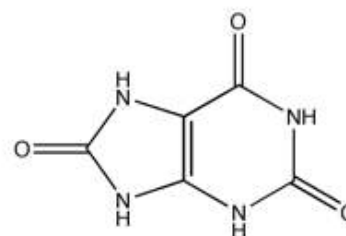
O ácido úrico, com fórmula molecular $C_5H_4N_4O_3$, é um composto orgânico, produto do metabolismo da adenina e da guanina, sendo o principal excreta nitrogenado de insetos, aves e répteis [22]. A figura abaixo compara as fórmulas estruturais da adenina, da guanina e do ácido úrico.



Adenina



Guanina



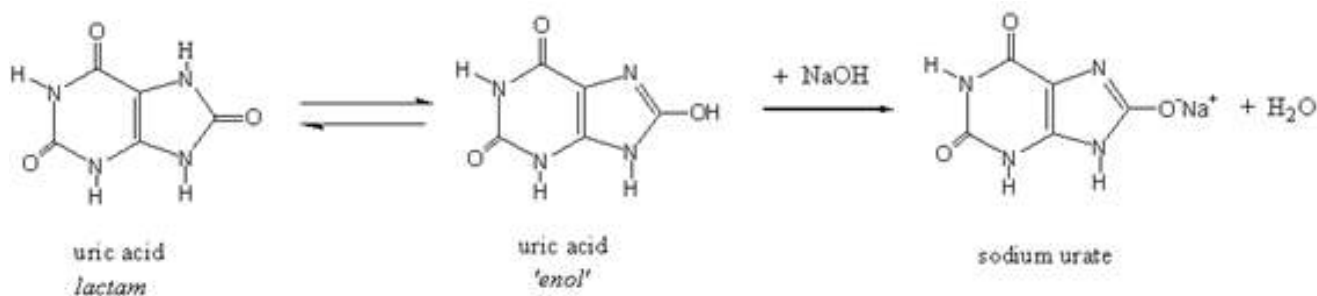
Ácido Úrico

Fórmulas estruturais da Adenina, Guanina e do Ácido Úrico

Fonte: <https://3.bp.blogspot.com/VQ7IRSP1K3I//h2J8hVkgRw/s1600/purinas.jpg>.

Acesso em: 28 out 2019.

Adenina e guanina são bases nitrogenadas existentes nas moléculas de ácidos nucleicos, estrutura essencial para a formação do DNA e RNA. Apresentam caráter alcalino devido ao grupamento amina, derivado da amônia (NH_3) presentes em sua estrutura podendo, então, serem classificadas como bases de Bronsted-Lowry. O ácido úrico apresenta grupamentos amida (apresentam um carbono que realiza uma ligação dupla com o oxigênio e, também, ligação ao átomo de nitrogênio). O ácido úrico é pouco hidrossolúvel e apresenta-se na forma ionizada, o ânion urato [22]. A reação a seguir nos permite visualizar este processo.



A neutralização do ácido úrico

Fonte: <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/uric-acid/salts.gif>

Acesso em: 28 out 2019.

Observa-se que o comportamento ácido da molécula vem de um grupamento amida em equilíbrio químico com sua forma enol (carbono sp² ligado a um grupo hidroxila) e não de uma carboxila, que é o grupo orgânico característico dos ácidos carboxílicos [23]. O ácido úrico, portanto, pode ser definido como um ácido de Bronsted-Lowry por ser uma espécie química doadora de prótons a partir do enol, que origina o íon urato.



Ave presente no viveirão e fezes das aves com detalhe para a presença do ácido úrico (parte branca)
Fonte: Arquivo próprio

Ao pararmos no viveirão, além de discutir sobre as teorias ácido-base e sobre o ácido úrico, o momento nos permite observar e contemplar a cantoria destas aves e de questionar com os alunos sobre a importância da preservação de espécies de aves da Mata Atlântica e de outros ecossistemas.

LINKS:

- Ácido úrico:

<https://www.infoescola.com/bioquimica/acido-urico/>

- Síndrome da gota úrica em aves mantidas em cativeiro:

<http://dx.doi.org/10.15601/2238-1945/pcnb.v5n9p21-26>

- Pontos de observação de aves em Santa Teresa:

<https://www.ultimosrefugios.org.br/santateresa>

QR CODES:



Ácido úrico



Síndrome da gota úrica



Pontos de observação

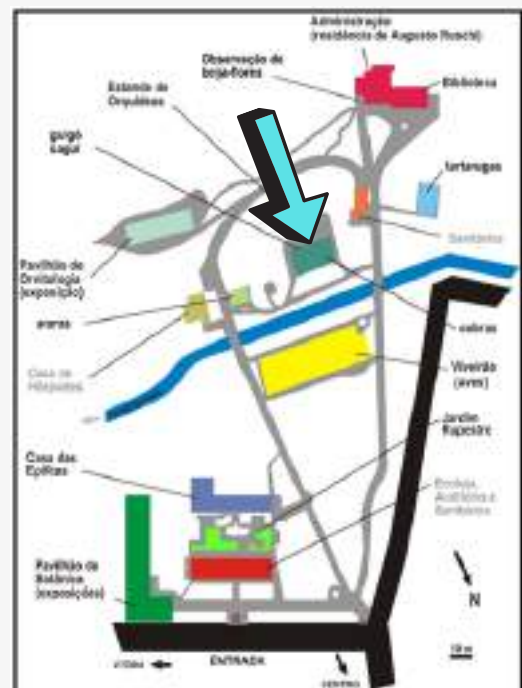
SERPENTÁRIO



Entrada do serpentário
Fonte: Arquivo próprio

PARA REFLEXÃO:

1. Qual a constituição do veneno das serpentes ?
2. Em quais áreas das Ciências o conhecimento sobre o veneno das serpentes poderia ser útil?
3. Por que é tão importante preservar as espécies nativas de cobras, peçonhentas ou não?



Localização do serpentário
no espaço do museu

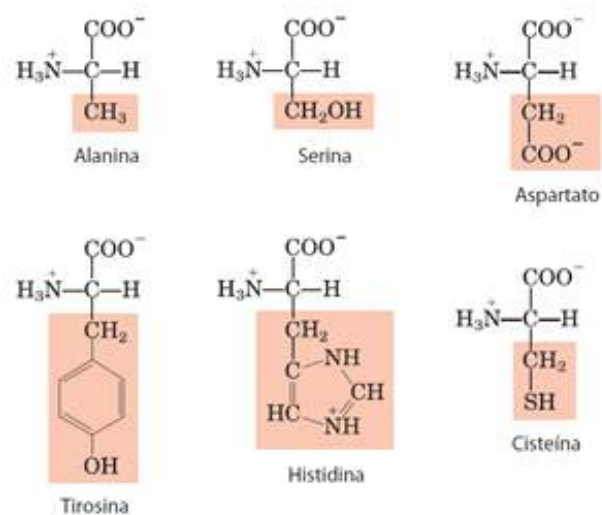
A sugestão inicial é que qualquer discussão feita neste ponto da visita ocorra antes da visita ao serpentário, devido à fobia que algumas pessoas possuem às serpentes. A visitação seria facultativa. Ao se caracterizar os venenos das serpentes podemos estudar um pouco sobre as proteínas, suas estruturas e funcionalidade.



(BIO)QUIMICAMENTE FALANDO ...

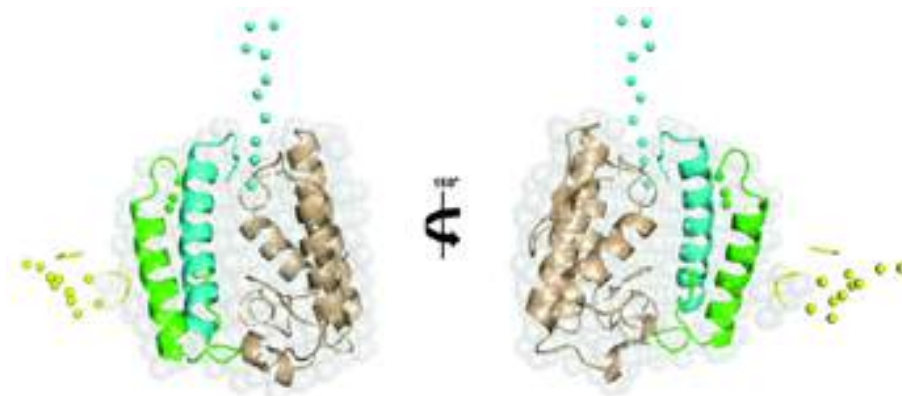
Como você classificaria o veneno da cobra: uma substância ou uma mistura? O veneno é uma mistura formada por água, enzimas, proteínas, carboidratos e outros compostos inorgânicos, como o zinco. As proteínas são extremamente importantes para os seres vivos atuando, por exemplo, como catalisadores reacionais, nos mecanismos de defesa do organismo, no transporte de oxigênio pela hemoglobina, nas contrações musculares pela actina e miosina, sem contar os diversos hormônios de origem proteica que regulam as atividades metabólicas [24]. As proteínas são biomoléculas compostas por um encadeamento de aminoácidos.

Os aminoácidos podem ser definidos como as moléculas básicas para a estruturação de proteínas – compreendendo esta como uma molécula polimérica; podemos também definir os aminoácidos como monômeros compostos fundamentalmente por um grupo amina e um grupo carboxila, ou seja, uma molécula orgânica com cadeia funcional mista. Entre estes dois grupos funcionais encontramos um carbono, denominado alfa, que faz quatro ligações simples, sendo que neste carbono existe um grupamento variável, que é o que diferencia os vinte aminoácidos existentes [18]. A figura ao lado mostra as fórmulas estruturais de alguns aminoácidos – em destaque estão as cadeias laterais, que ligadas ao carbono alfa, diferenciam os aminoácidos.



Seis dos vinte aminoácidos que formam as proteínas
Fonte: Nelson e Cox (2014, p. 10)

A crotoxina é uma proteína encontrada no veneno das cascavéis. Santos [26] explica que a principal atividade biológica da crotoxina é neurotóxica, ou seja, ela irá atuar nas terminações neuromusculares, diminuindo a liberação de acetilcolina, um neurotransmissor que age na passagem de estímulos nervosos às células musculares. Esta diminuição de acetilcolina é o principal responsável pelas paralisias motoras apresentadas pelas presas das cascavéis.



Representação tridimensional da crotoxina
Fonte: Fernandes et al. (2017)

Apesar deste efeito neurotóxico, estudos científicos indicaram que a crotoxina apresenta atividades anti-inflamatórias, analgésicas e antitumorais [26], indicando que pesquisas deste tipo são importantes para o desenvolvimento de novos fármacos que podem ser empregados no tratamento de diversas condições patológicas.



Cascavel

Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2016/01/cascavel.jpg>



Jibóia do serpentário
Fonte: Arquivo próprio



Corredor do serpentário
Fonte: Arquivo próprio

Ao abordar este assunto, sugerimos salientar as pesquisas feitas com as substâncias constituintes do veneno, como a crotoxina, que apresenta potencial como anti-inflamatório, analgésico e antitumoral. Este tipo de pesquisa é importante para o desenvolvimento de novos fármacos que podem ser empregados no tratamento das mais diversas condições patológicas. É válido discutir também a redução do espaço natural devido ao avanço urbano e agrícola que, por consequência, interfere diretamente no habitat das serpentes; um outro fator que ameaça a sobrevivência das serpentes é o temor da população, que acaba matando os animais, muitas vezes sem razão aparente. É importante destacar, também, a conservação das espécies nativas, no que se refere a controle e equilíbrio biológico. Os links a seguir são capazes de lhe ajudar na complementação nesta abordagem.

LINKS:

- Serpentes da Mata Atlântica – conhecer para preservar: <https://www.youtube.com/watch?v=AlaVO8GGeE>
- Veneno de cobra: uma toxina que pode matar ou curar: <https://www.revistaplaneta.com.br/veneno-de-cobra-uma-toxina-que-pode-matar-ou-curar/>
- Estudo mostra que algumas serpentes estão ameaçadas de extinção no Brasil: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2015/10/20/interna_ciencia_saude,503125/estudo-mostra-que-algumas-serpentes-estao-ameacadas-de-extincao.shtml

QR CODES:



Serpentes da Mata Atlântica



Veneno de cobra



Serpentes em extinção

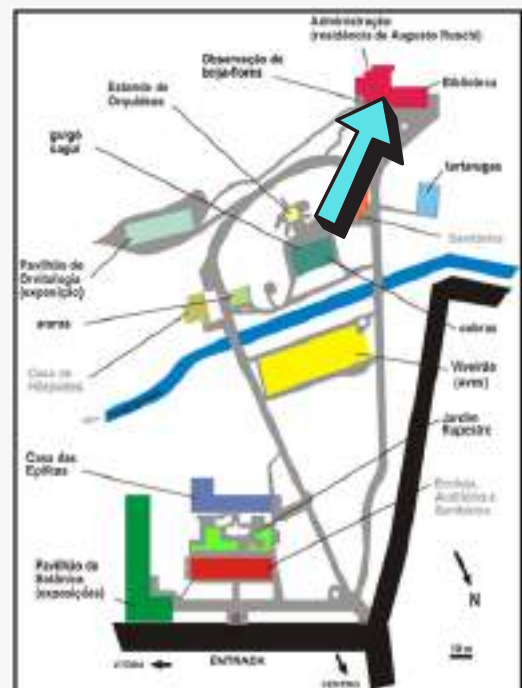
PONTO DE OBSERVAÇÃO DOS COLIBRIS



Entrada do ponto de observação
Fonte: Arquivo próprio

PARA REFLEXÃO:

1. Por qual motivo um beija-flor necessita ingerir tanto carboidrato, diariamente?
2. Água com açúcar nos bebedouros para beija-flores faz bem ou faz mal a eles?
3. Do que é feito o néctar das flores? Qual a sua função?



Localização do ponto de observação no espaço do museu

O ponto alto da caminhada pois podemos observar, com grande proximidade, os diversos beija-flores existentes no museu. O silêncio é essencial neste momento para não espantarmos as aves. A sugestão é que a abordagem feita sobre esta parada seja feita antes da chegada ao local, não esquecendo de lembrar a todos da manutenção do silêncio para não espantar as aves.



METABOLICAMENTE FALANDO ...

Os beija-flores são um dos menores vertebrados endotérmicos, ou seja, conseguem manter a temperatura corpórea constante. É por isso que sua taxa metabólica específica é muito elevada para garantir a manutenção desta temperatura interna – seu metabolismo é cerca de 30 vezes maior ao de um homem. Metabolismo é o conjunto de reações orgânicas que os organismos vivos realizam para obter energia e para sintetizar as substâncias de que necessitam. Por exemplo, um *Hylocharis*, um gênero do beija-flor de aproximadamente 3 gramas, criado em um viveiro, suga durante um período de 16 horas, 22 gramas de água açucarada contendo 2,2 gramas de açúcar [27].

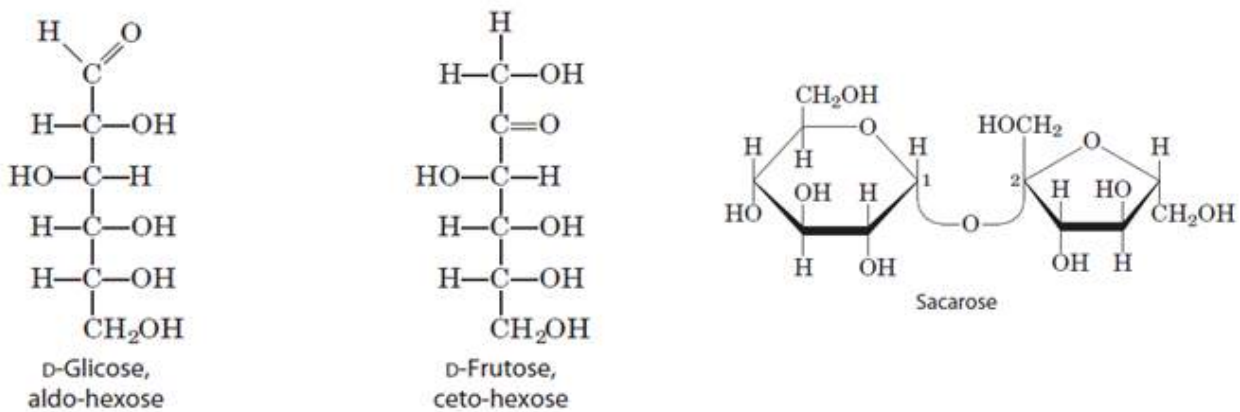
Comumente chamado de açúcares os carboidratos são hidratos de carbono, de fórmula geral $(CH_2O)_n$; outros carboidratos possuem fórmula diferente desta pois apresentam grupos funcionais diferentes – sulfatos, aminas, amida, fosfato, dentre outros. O termo sacarídeo é derivado do grego *sakcharon*, que significa açúcar, embora nem todos os carboidratos apresentem sabor adocicado.



Detalhe dos bebedouros para beija-flores
Fonte: Arquivo próprio

Os carboidratos possuem importância para os seres vivos pois exerce papel no fornecimento e no armazenamento de energia, além de funções estruturais, como na constituição do exoesqueleto de artrópodes, na estruturação das cascas das frutas e na formação da parede celular. Em ambientes naturais, podem ser encontrados em frutas, nos caules de vegetais, nas raízes e em soluções aquosas, como o néctar [28].

O néctar é definido como uma secreção da planta, aquosa, contendo de 5 a 80% de carboidratos, sendo a glicose, a frutose e a sacarose – esquematizados a seguir – seus principais constituintes: em menores concentrações temos compostos nitrogenados, lipídeos, vitaminas, alguns pigmentos e substâncias aromáticas; estas proporções podem variar de acordo com a espécie vegetal [29].



Estrutura da glicose, frutose e da sacarose
Fonte: Nelson e Cox (2014)

Para a nomeação de carboidratos existe uma regra, que corresponde à composição química deste monossacarídeo: um sufixo (aldo ou ceto) acompanhado do infixo correspondente à quantidade de carbonos existentes (tri, tetra, pent, hex) terminando com o prefixo ose, característico para os hidratos de carbono [30]. Por isso, a glicose e a frutose são nomeados, respectivamente, como *aldose* e *cetose*.

O termo monossacarídeos é usado pois, a partir da união destes, definiu-se outros grupos de carboidratos: os oligossacarídeos, quando formados pela união de até vinte monossacarídeos, iguais ou não, e polissacarídeos quando acima desta quantidade [30]. Um exemplo de um oligossacarídeo é a sacarose formado pela união de uma glicose e uma frutose; exemplo de um polissacarídeo é a celulose e o amido, carboidratos com funções estruturais e de reserva energética, respectivamente.

Podemos definir uma medida de concentração como um indicador da quantidade do soluto presente na solução: maiores valores de concentração indicam maiores quantidades de soluto dissolvidas na água e vice versa. Isso pode ser exemplificado nos bebedouros de água oferecidos aos colibris, pois a concentração de açúcares é bem diferente da existente no néctar: enquanto neste pode chegar a 80% de açúcares, os bebedouros não ultrapassam a concentração de 10% em massa [27].



Beija-flores
Fonte: Arquivo próprio



Detalhe dos bebedouros para beija-flores
Fonte: Arquivo próprio

Pode-se abordar, nesta parada da visita, o preparo das soluções nutritivas para os colibris, disponibilizadas no local para o consumo destes e de outros animais – é possível ver outras espécies de aves e de insetos que usam da água açucarada do bebedouro para a alimentação – lembrando que a manutenção e limpeza é quase que diária, devido à fermentação que o açúcar sofre.

A questão metabólica também deve ser bem abordada, principalmente ao compararmos o metabolismo do beija-flor com o do ser humano. No mais, é aproveitar o espetáculo oferecido por estes animais durante o seu voo. E não se esqueça de permitir a participação do seus alunos, pois esta é essencial!

LINKS:

- Como o beija-flor maximiza o ganho de energia:
<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe0909200102.htm>
- Bebedouros para beija-flores:
<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/idiomas/bebedouros-para-beija-flores/25212>
- Faz mal dar água com açúcar para o beija-flor?
<https://pontobiologia.com.br/faz-mal-dar-agua-com-acucar-para-o-beija-flor/>

QR CODES:



Ganho de energia



Bebedouros



Água com açúcar

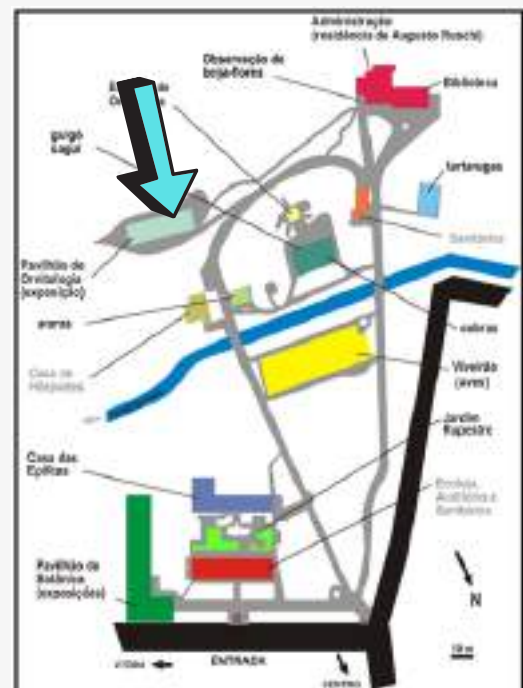
PAVILHÃO DE ORNITOLOGIA



Aves taxidermizadas
Fonte: Arquivo próprio

PARA REFLEXÃO:

1. O que são plásticos? Qual a diferença entre plásticos e polímeros?
2. Liste benefícios e malefícios do uso de plásticos pela humanidade.
3. Do que se trata a técnica de taxidermia?



Localização do pavilhão de ornitologia no espaço do museu

A parada no pavilhão de ornitologia é um momento de descanso e de visitação às espécies animais taxidermizadas em exposição neste espaço. Aqui, podemos comparar os procedimentos relacionados à taxidermia com a técnica de plastinação, que utiliza a impregnação de polímeros na peça que será conservada, aumentando sua vida útil da peça, mantendo sua aparência bem próxima do 'aspecto vivo'.

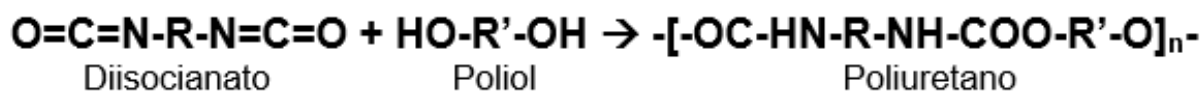


QUIMICAMENTE FALANDO ...

A taxidermia é um processo onde só a pele do animal é aproveitada. O couro é usado para “vestir” um manequim de poliuretano, um tipo de polímero. Polímeros são macromoléculas que apresentam unidades básicas estruturantes chamadas monômeros, que podem ser iguais ou diferentes entre si: a ligação entre diversos destes estruturam os polímeros. Podemos exemplificar alguns polímeros existentes na natureza, como o amido a celulose, cujo monômero é a glicose. Entretanto, são os polímeros sintéticos os mais conhecidos pois, além de desempenharem diversos papéis para a humanidade, as pesquisas nesta área ocorrem em grandes números e valores, superando até o de outras indústrias químicas [31].

Andrade e colaboradores (2001), no ‘Dicionário de Polímeros’, indicam que o termo plástico é válido aos materiais macromoleculares que podem ser moldados por ação de calor e/ou pressão; polímero corresponderia ao nível molecular deste material plástico. Assim, os materiais plásticos, as proteínas e o amido são formados por grandes cadeias poliméricas [32].

Um exemplo de um polímero sintético é o poliuretano, um copolímero (nome dado ao polímero formado a partir de dois ou mais tipos de monômeros, originado a partir da reação de uma substância que apresenta dois ou mais grupos isocianato ($-N=C=O$) com um poliálcool ou poliál. A reação está esquematizada a seguir.



Síntese do poliuretano

Fonte: Cangemi, Santos e Claro Neto (2009).

Os poliuretanos servem para a confecção de espumas usadas, por exemplo, em colchões e estofamentos, em placas de isolamento acústico e em volantes de automóveis [32]. Além destes exemplos, a espuma rígida de poliuretano ainda é muito usada como material de preenchimento na taxidermia. Podemos visualizar na figura ao lado algumas aves conservadas pelo processo de taxidermização.

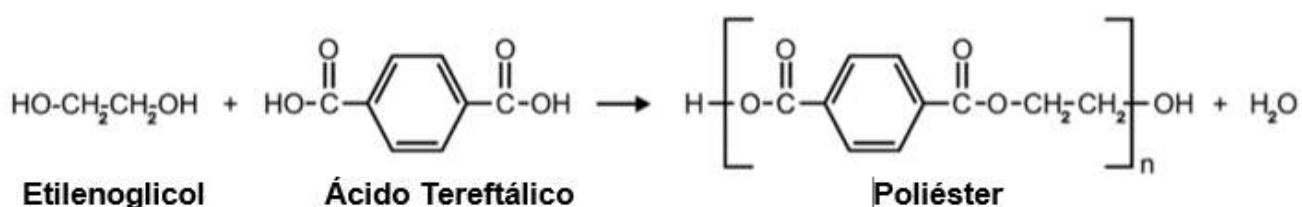


Aves taxidermizadas em exposição no MBML
Fonte: Arquivo próprio

Na taxidermia trabalham-se processos de conservação da pele, do formato e do tamanho dos animais, buscando uma peça mais fiel possível à realidade, a fim de ser utilizada como instrumento didático de cunho zoológico, científico, ou ainda de exibição [33]. As autoras salientam que as maiores dificuldades da técnica podem ser observadas na taxidermização de aves, pois estas possuem penas muito frágeis e pela facilidade da perda das penas.

Entretanto, existe outra técnica de conservação, muito comum para peças educacionais da anatomia humana, podendo ser aplicada também em mamíferos, peixes, aves e invertebrados que, além de garantir um aspecto mais natural dos objetos, permitem que estes possam ser manipulados sem problemas pois os produtos químicos utilizados no preparo das peças não são tóxicos: a plastinação, de forma geral, substitui a água e os tecidos gordurosos por polímeros específicos [34].

Um dos polímeros utilizados na plastinação é o poliéster, uma fibra sintética muito utilizada também pela indústria têxtil. Para a sua síntese a reação polimérica que ocorre é entre o ácido tereftálico, que é um ácido dicarboxílico, e o etilenoglicol, um diol [31]. A plastinação também eleva a durabilidade das peças, característica útil para as atividades de pesquisa, ensino e expositivas em anatomia.



Reação de formação do poliéster
Fonte: Gomes, Costa e Mohallmen (2015)



Entrada do Pavilhão de Ornitologia e outros animais expostos no espaço
Fonte: Arquivo próprio

Mesmo com diversos exemplos, como estes das técnicas de conservação, que indicam a funcionalidade e a importância que estas substâncias possuem, é necessário lembrar e discutir sobre o excesso no consumo de materiais plásticos pelo mundo moderno: é evidente a necessidade da redução no consumo de plásticos e a possibilidade da reciclagem de boa parte destes resíduos. Identificar formas de redução ou de reaproveitamento destes polímeros em nosso dia a dia nos torna mais responsáveis e conscientes do nosso papel de cidadão.

A Ciência nos tem ajudado quanto a isso, produzindo atualmente plásticos a partir de polímeros biodegradáveis sintéticos ou naturais que sofrem diretamente a ação de microrganismos decompositores ou, como produto da ação de organismos vivos ou de enzimas, degradam-se em dióxido de carbono, em água e em biomassa [32]. Permitir momentos para a discussão sobre a indústria e o uso dos plásticos é sempre de grande aprendizagem, para todos os envolvidos.

LINKS:

- Como um animal é empalhado? <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-um-animal-e-empalhado/>
- Plastinação: <http://www.mcv.ufes.br/plastinacao>
- Poliuretano: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimeros-rearranjo.htm>
- Os polímeros e a poluição: <http://engenheirodemateriais.com.br/2016/05/27/os-polimeros-e-a-poluicao/>

QR CODES:



Animal empalhado



Plastinação



Poliuretano



Poluição

Qualquer parada próxima à vegetação a partir do pavilhão de ornitologia nos permite abordar diversos assuntos relacionados ao crescimento vegetal. O ponto de partida viria de observações no ambiente, percebendo e caracterizando a influência que a luz possui no crescimento vegetal. Assim, pode-se discutir, também, sobre a fotossíntese e sua complexa cadeia reacional que leva à formação de carboidratos.

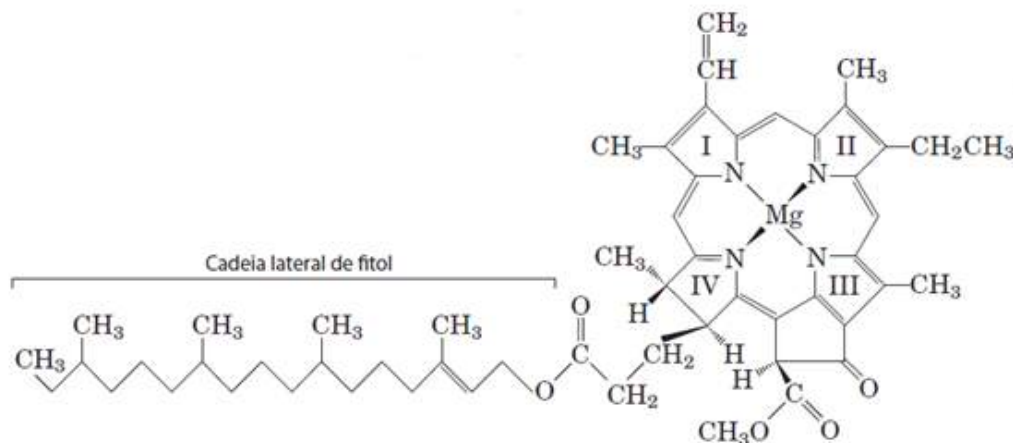


QUIMICAMENTE FALANDO ...

Em conjunto com outros processos, a fotossíntese contribui com a nutrição autotrófica de alguns seres vivos. Estes organismos fotossintéticos possuem mecanismos metabólicos capazes de converter energia solar e armazenar esta energia na formação de compostos químicos de alto conteúdo energético – os carboidratos – a partir de dióxido de carbono e água. Estima-se que mais de 100 bilhões de toneladas de biomassa seca/ano são produzidos através da fotossíntese [35]. A equação química global que representa a fotossíntese é a:



Kawasaki e Bizzo [36] fizeram duas considerações quanto à esta equação e seu uso: a primeira é a que, a partir desta equação, muitos entendem a fotossíntese como uma reação inversa à da respiração celular – estequiometricamente até aparenta ser – porém são bioquimicamente complementares; a segunda observação é que se uma abordagem interdisciplinar não for feita para se explicar este fenômeno ficará a ideia “de que na fotossíntese há uma “mistura” de gás carbônico, água, clorofila e Sol, que, magicamente, transformam-se em glicose e oxigênio”.



Representação estrutural da clorofila a
Adaptado de Nelson e Cox (2014, p. 772)

Nelson e Cox (2014) enfatizam que a molécula de clorofila, com estruturas policíclicas e planares, é o pigmento mais importante capaz de absorver luz. Ela apresenta um íon magnésio, Mg^{2+} , ocupando a posição central, com quatro átomos de nitrogênio orientados para o interior da molécula e coordenados com o magnésio – este sistema heterocíclico que circunda o Mg^{2+} com ligações simples e duplas alternadas, apresentam forte absorção de radiação na região visível do espectro, ou seja, aptas a absorver luz visível durante a fotossíntese.

Quadros [38] enfatiza a importância da energia luminosa na reação fotossintética: é esta energia que promove a oxidação da molécula de água, permitindo a quebra de suas ligações e, na sequência, a quebra das ligações do dióxido de carbono, disponibilizando matéria para a formação, em diversas etapas, da glicose, $C_6H_{12}O_6$, e de diversas outras biomoléculas, como o amido e a celulose, por exemplo. Podemos relacionar, também, a produção de biomassa pela fotossíntese como uma resposta às variações de algumas condições ambientais, como a temperatura, salinidade do solo e a incidência de luz, o que pode influenciar diretamente na síntese dos produtos da fotossíntese e no desenvolvimento das plantas [38].

A Mata Atlântica, ao longo do desenvolvimento do nosso país, passou por grande desmatamento, sendo substituída por extensas áreas de agricultura e pecuária. O reflorestamento da Mata Atlântica e, por consequência, o sequestro de carbono atmosférico e a diminuição de gases do efeito estufa são aspectos importantes a serem considerados em argumentos para a preservação deste bioma. Carvalho e colaboradores [39] enfatizam que a fotossíntese e a remoção de carbono pela floresta ocorre em grande intensidade durante o crescimento vegetal da fase jovem: um exemplo citado pelos pesquisadores é que o cultivo de seringueira indicou incremento médio de C na ordem de 3,9 Mg/ha.ano e que a borracha é, também, um grande armazenador de carbono.

A luz interfere no crescimento vegetal de formas diferentes, dependendo do comprimento de onda e da fase de desenvolvimento vegetal, da duração e da sua intensidade. Sugere-se contextualizar a fotossíntese e a participação da luz neste fenômeno com o crescimento vegetal e o desenvolvimento da Mata Atlântica, além de salientar a importância da preservação deste bioma.

LINKS:

- Fotossíntese: Um tema para o Ensino de Ciências?
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a06.pdf>
- Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil:
<https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n2/v34n2a01.pdf>
- Bioma Mata Atlântica: <https://escolaeducacao.com.br/bioma-mata-atlantica/>

QR CODES:



Fotossíntese



Sequestro de carbono



Mata Atlântica

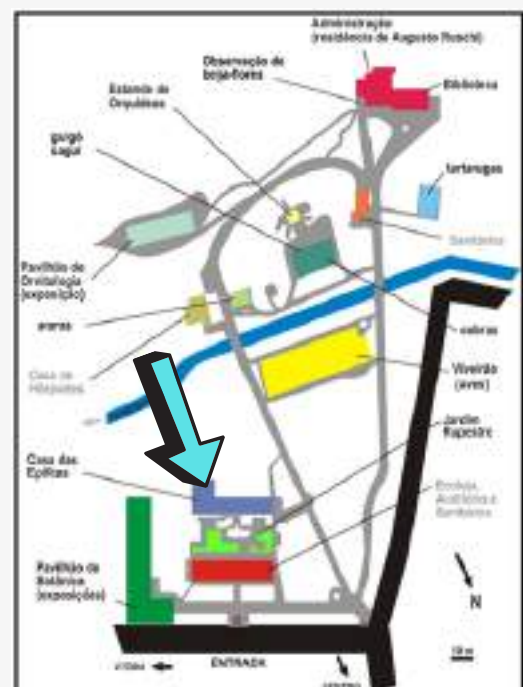
CASA DAS EPÍFITAS E JARDIM RUPESTRE



Jardim rupestre
Fonte: Arquivo próprio

PARA REFLEXÃO:

1. Por que é importante esta impermeabilização das folhas das plantas?
2. Você é capaz de explicar, quimicamente, o porquê da hidrofobia das folhas?
3. Relacione esta característica com a evolução das plantas terrestres.



Localização da casa das epífitas e do jardim rupestre no espaço do museu

Ao andar por esta área do museu, indica-se visualizar as plantas existentes, suas particularidades e a existência de ceras nas folhas das plantas. A casa das epífitas é o local onde se mantém uma coleção viva de plantas nativas da Mata Atlântica, como bromélias, cactos, samambaias, dentre outras, e jardim rupestre é um espaço em que se procura reproduzir ambientes pedregosos constituído de espécies de plantas nativas do Espírito Santo.



QUIMICAMENTE FALANDO ...

Grande parte de nosso planeta é recoberta por água em fase líquida e, por estar em contato com diversos tipos de materiais, esta água possui diversas substâncias dissolvidas nela. As soluções aquosas apresentam-se em fase homogênea, cujo solvente é a água líquida e a substância dispersa nela é o soluto. Martins, Lopes e Andrade [40] destacam que o processo de solubilização é resultado das possíveis interações entre soluto e solvente, em condições de equilíbrio químico, ou seja, um fenômeno quantitativo que depende de fatores como o tipo e a intensidade destas interações, a estrutura química dos constituintes da mistura, além da pressão para solutos gasosos e da temperatura para solutos sólidos, por exemplo.

A água dissolve boa parte dos solutos, porém não todos: a expressão 'solvente universal' usada para a água relaciona-se pela sua quantidade e sua distribuição pelo planeta [41]. A molécula de água possui polaridade, ou seja, uma parte da molécula está com densidade de carga positiva e outra parte com densidade de carga negativa; esse fenômeno é resultado da diferença de eletronegatividade entre as ligações oxigênio-hidrogênio e de sua estrutura angular, fruto da repulsão provocada pelos pares eletrônicos não ligantes [20].



Jardim rupestre
Fonte: Arquivo próprio

Esta polaridade existente na água justifica a dificuldade ou impossibilidade de prepararmos soluções aquosas com diversos compostos apolares de natureza orgânica. Esta não solubilização de compostos orgânicos está relacionada, principalmente, com a estrutura da cadeia carbônica – formada por carbonos e hidrogênios – cujas eletronegatividades são tão parecidas que estas cadeias não formam dipolos e, portanto, são consideradas apolares [42].

Compostos apolares possuem forças de atração intermoleculares fracas enquanto a água, fortemente polar, apresenta fortes interações entre suas moléculas denominadas ligações hidrogênio. Entre água e compostos iônicos o tipo de interação é denominada de íon-dipolo que também é considerada forte.

Assim, para o preparo de uma solução, a dissolução deve ser energeticamente favorável, ou seja, as forças de atração entre as moléculas do soluto e do solvente devem ser intensas o suficiente para compensar o rompimento das forças de atração entre as moléculas do soluto e entre as moléculas do solvente. Assim, o processo de dissolução de qualquer espécie é explicado de maneira adequada através da análise da energia que surge do estabelecimento de novas interações entre soluto e solvente [40].

Na natureza, esta pouca afinidade entre a água e os compostos orgânicos apolares pode ser observada na cutícula existente na superfície de folhas de vegetais superiores. Essa cutícula é uma mistura de vários compostos orgânicos, com as ceras destacando-se na principal proteção contra a perda de água pela transpiração, por ser constituída por diversos compostos apolares [43]. Ao derramar água sobre a superfície de uma folha pode se observar a formação de gotículas e/ou gotas ou, então, o escoamento completo da água pois não existirá interação química forte o bastante entre a água e a superfície das folhas.



Gota de água formada na superfície de uma folha
Fonte: Arquivo próprio



Casa das epífitas
Fonte: Arquivo próprio



Jardim rupestre
Fonte: Arquivo próprio

Uma atividade prática e simples pode ser feita neste ponto para demonstrar esta característica hidrofóbica das ceras: pingar gotas de água sobre a superfície das folhas. Não existirá interação química entre a água e a superfície, fazendo com que a água escorra por completo ou forme gotículas ou gotas devido à tensão superficial. É importante abordar, também, que esta síntese de ceras e sua impregnação nas folhas são características evolutivas e adaptativas para a sobrevivência na superfície terrestre. A seguir, alguns textos para auxílio na argumentação.

LINKS:

- Composição química das ceras: <https://www.scielo.br/pdf/pd/v23n4/27489.pdf>
- Solubilidade das substâncias orgânicas: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v36n8/v36n8a26.pdf>
- Plantas e meio terrestre: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/plantas-meio-terrestre.htm>

QR CODES:



Química das ceras



Solubilidade



Plantas e meio terrestre

POSSÍVEIS INDICADORES E ATRIBUTOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

De acordo com a sua abordagem, professor, diversos aspectos inerentes à alfabetização científica podem ser alcançados porém isto vai muito de encontro ao seu planejamento da visita/aula, da personalidade de suas turmas, dentre diversos outros fatores que tem influência direta no que será proposto como abordagem em cada ponto. O quadro abaixo indica um resumo dos “Indicadores de Alfabetização Científica” [7]: para cada indicador existem três atributos, que são levados em consideração na elaboração de propostas que almejam a alfabetização científica.

 INDICADOR CIENTÍFICO	 INDICADOR INTERFACE SOCIAL	 INDICADOR INSTITUCIONAL	 INDICADOR INTERAÇÃO
1a Conhecimentos e conceito científicos, pesquisas científicas e seus resultados	2a Impactos da ciência na sociedade	3a Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões	4a Interação física
1b Processo de produção de conhecimento científico	2b Influência da economia e política na ciência	3b Instituições financiadoras, seus papéis e missões	4b Interação estético-afetiva
1c Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento	2c Influência e participação da sociedade na ciência	3c Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição	4c Interação cognitiva

Indicadores e atributos da Alfabetização Científica
Fonte: (MARANDINO et al., 2018).

A seguir listamos algumas destas possibilidades para cada ponto de discussão dentro do Museu de Biologia Professor Mello Leitão:

- Auditório: 1 (a e c); 2 (a e b); 3; 4
- Canhão de guerra: 1 (a); 2 (a); 4
- Viveirão das aves: 1 (a); 2; 3 (a); 4
- Serpentário: 1; 2 (a e c); 3; 4
- Ponto de observação dos colibris: 1 (a e b); 2 (a); 3; 4
- Pavilhão de ornitologia: 1 (a e b); 2 (a e c); 3 (c); 4
- Mata: 1 (a e b); 2; 3 (c); 4
- Casa das epífitas e jardim rupestre: 1 e 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como dito no início, este guia didático traz algumas sugestões de assuntos pertinentes ao Ensino de Química e de Ciências, tendo como cenário o Museu de Biologia Mello Leitão. As potencialidades são inúmeras, não somente para o Ensino de Ciências Naturais, mas também para pesquisas científicas acadêmicas que permeiem este ambiente e a Mata Atlântica.

As aulas, preparadas visando a Alfabetização Científica, nos permitiram desenvolver e propor algumas sugestões de conteúdo, atividade e contextualização, dos mais variados.

Mais ainda, propostas dentro dos '3 eixos', trabalhamos dentro de conceitos básicos da Química às pesquisas para o desenvolvimento de medicamentos à preservação ambiental, tanto da Mata Atlântica como de outros ambientes, por exemplo.

Espero que este material possa lhe auxiliar a preparar sua vinda ao museu de forma mais interdisciplinar e contextualizada. Que ele seja um motivador para que você, professor, dê asas à sua imaginação e possa também desenvolver atividades próprias no museu, bem com a sua cara e com o perfil de suas turmas.

Mais que nunca, ocupar espaços não formais de ensino e os transformar em ambientes propícios para divulgar e propagar Ciência, além de valorizar estes espaços, geram condições para o desenvolvimento científico e tecnológico, social e ambiental dos estudantes – isto é posicionamento político e visão crítica.

REFERÊNCIAS

- [1] SOUZA, C.; DELPHINO, R. M. Integração curricular no Ensino Médio: desafios e possibilidades. In: XII Congresso Nacional de Educação. 2015, Paraná. Anais [...] Paraná: PUCPR, 2015. p. 22665-22676.
- [2] TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. Ciênc. Educ., v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.
- [3] CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, n. 22, p. 89-100, Jan/Fev/Mar/Abr, 2003.
- [4] ROCHA, M.B. Textos de divulgação científica: a escolha e o uso por professores de ciências. Revista Educação em Questão, v. 43, n. 29, p. 109-134, 2012.
- [5] LOMEU, G. C.; LOCCA, F. A. S. Alfabetização científica na educação infantil em uma escola do campo. Revista Even. Pedagóg. v. 7, n. 3, 20. ed., p. 1402-1414, 2016.
- [6] SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, v. 13, p.333-352, 2008.
- [7] MARANDINO, M.; ROCHA, J. N.; CERATI, T. M.; SCALFI, G.; OLIVEIRA, D.; Fernandes Lourenço, M. Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões. Journal of Science Communication, v.1, n. 1, 2018.
- [8] BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. Orientações Curriculares do Ensino Médio. v.2. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- [9] PALMIERI, L. J.; SILVA, C. S. Museus de Ciências e o ensino de Química: análise sobre a produção acadêmica em periódicos e eventos. Revista Debates em Ensino de Química, v. 3, n. 2, p. 70-92, 2017.
- [10] MONTEIRO, B. A. P.; MARTINS, I.; JANERINE, A. S.; CARVALHO, F. C. The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training. Cult Stud of Sci Educ., v. 11, n. 2, p. 419-437, 2016.
- [11] OVIGLI, D. B. Panorama das pesquisas brasileiras sobre educação em museus de ciências. Rev. bras. Estud. pedagog., v. 96, n. 244, p. 577-595, set./dez., 2015.
- [12] STEOLA, A. C.; KASSEBOEHMER, A. C. O espaço de Química nos centros e museus de Ciências brasileiros. Quim. Nova, Vol. 41, n. 9, 1072-1082, 2018.
- [13] THOMPSON, M.; WOODMAN, A. Uric Acid. The molecule of the month, 2008. Disponível em: <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/uric-acid/urich.htm>. Acesso em: 27 jul 2020.
-

-
- [14] MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINER, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, n. 19, 2004.
- [15] FILHO, F. C. M.; RAMOS, J. F.; SILVA, A. P. S.; PAULA, J. C. F. Corrosão: um estudo dos metais no ensino de química com os alunos do pré-vestibular solidário (pvs)/ufcg/ces no município de cuité/pb. In: III Congresso Nacional de Educação, Anais [...] Natal, RN: outubro, 2016.
- [16] SILVA, M. V. F.; PEREIRA, M. C.; CODARO, E. N.; ACCIARI, H. A. Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de Química. *Quim. Nova*, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015.
- [17] CHAGAS, A. P. Teorias ácido-base do século XX. *Química Nova na Escola*, n. 9, maio 1999.
- [18] MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. *Química um curso universitário*, 4a. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- [19] CHAGAS, A. P. O ensino de aspectos históricos e filosóficos da Química e as teorias ácido-base do século XX. *Quím. Nova*, v. 23, n. 1, São Paulo, 2000.
- [20] ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5a. ed. Quebec: Bookman, 2012.
- [21] ANTUNES, M.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. Proposta de uma atividade experimental para a determinação do pH no Ensino Médio. In: XIV Encontro Nacional de ensino de Química, Anais [...] Curitiba, Paraná: julho, 2008.
- [22] BRETZ, B. A. M. Síndrome da gota úrica em aves mantidas em cativeiro: uma revisão. *NBC*, v. 5, n. 9, Belo Horizonte, 2015.
- [23] FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Ácidos Orgânicos: dos primórdios da Química Experimental à sua presença em nosso cotidiano. *Química Nova na Escola*, n. 15, 2002.
- [24] FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 24, 2006.
- [25] SANTOS, M. C. Crotoxina e Crotoxina-smile isoladas de venenos de subsespécies de *Crotalus durissus* e suas múltiplas atividades biológicas. *Scientia Amazonia on-line*, v. 3, n.1, 102-115, 2014.
- [26] FERNANDES, C. A. H.; PAZIN, W. M.; DREYER, T. R.; BICEV, R. N.; CAVALCANTE, W. L. G.; FORTES-DIAS, C. L.; ITO, A. S.; OLIVEIRA, C. L. P.; FERNANDEZ, R. M.; FONTES, R. M. Biophysical studies suggest a new structural arrangement of crotoxin and provide insights into its toxic mechanism. *Nature Scientific Reports*, n. 7, 2017.
-

-
- [27] DIAMOND, J. M.; KARASOV, W. H.; PHAN, D.; CARPENTER, F. L. Digestive physiology is a determinant of foraging bout frequency in hummingbirds. *Nature*, v. 320, p. 62-63, 1986.
- [28] FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. *Química Nova na Escola*, n. 29, 2008.
- [29] PEREIRA, D. S. Estudo do potencial de produção de néctar da jiterana branca (*Merremia aegyptia*) em área de caatinga no sertão central em Quixeramobim-CE. 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.
- [30] ALBERT, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, D.; ROBERTS, K.; WALTER, P. *Biologia Molecular da Célula*. 5a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- [31] WAN, E.; GALEMBECK, E.; GALEMBECK, F. Polímeros sintéticos. *Química Nova na Escola*, ed. especial, 2001.
- [32] FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. *Quim. Nova*, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.
- [33] CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. Poliuretano: de travesseiros a preservativos, um polímero versátil. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, 2009.
- [34] BAUNGRARZ, A. R.; RANKRAPE, F.; HAAS, J. Conservação de espécimes utilizando técnicas de taxidermia a fim de promover a educação ambiental. *Arquivos do MUDI*, v. 22, n. 1, 79-89, 2018.
- [35] GÉRA, A. S.; AMADO, M. V.; BITTENCOURT, A. S. Contribuições da técnica de plastinação para a cultura científica. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Anais [...] Florianópolis, Santa Catarina: julho, 2017.
- [36] SOUSA, S. F.; PATROCÍNIO, A. O. T. A. Química de coordenação e a produção de combustíveis solares. *Quim. Nova*, v. 37, n. 5, p. 886-895, 2014.
- [37] KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese: um tema para o ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, n. 12, 2000.
- [38] QUADROS, A. L. A água como tema gerador de conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 20, 2004.
- [39] COLARES, I. G.; SEELIGER, U. Influência da luz sobre o crescimento e a produção de biomassa de *Ruppia marítima* L. em cultivo experimental. *Acta bot. bras.*, n. 20, v. 1, p. 31-36. 2006.
- [40] CARVALHO, J. I. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. I.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, n. 34, 277-289, 2010.
-

[41] MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1248-1255, 2013.

[42] OLIVEIRA, S. R.; GOUVEIA, V. P.; QUADOS, A. L. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. *Química Nova na Escola*, n. 19, 2004.

[43] VOGEL, A. I. *Química Analítica Qualitativa*. 5 ed. Mestre Jou, 1981.

[44] FERREIRA, E. A.; DEMUNER, A. J.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; VENTRELLA, M. C.; MARQUES, A. E.; PROCÓPIO, S. O. Composição química da cera epicuticular e caracterização da superfície foliar em genótipos de cana-de-açúcar. *Planta daninha*, v. 23, n. 4, p. 611-619, 2005.

QR CODES



@temquimicanomuseu



Auditório



Canhão de guerra



Viveirão das aves



Serpentário



Observação dos colibris



Pavilhão de Ornitologia



Mata



Epífitas/Jardim rupestre



História do museu



70 anos do museu



Criação do museu



Corrosão: um exemplo...



Corrosão: um estudo....



Ácido úrico



Síndrome da gota úrica



Observação de aves



Serpentes da Mata Atlântica



Veneno de cobra



Serpentes em extinção



Ganho de energia



Bebedouros



Água com açúcar



Animal empalhado

QR CODES



Plastinação



Poliuretano



Poluição



Fotossíntese



Sequestro de carbono



Mata Atlântica



Química das ceras



Solubilidade



Plantas e meio terrestre