

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MÁRCIO JOSÉ DE MORAES LOPES

**UMA EXPOSIÇÃO CIENTÍFICA PARA SE APAIXONAR PELA QUÍMICA: DO
PLANEJAMENTO À AVALIAÇÃO**

Maceió
2019

MÁRCIO JOSÉ DE MORAES LOPES

**UMA EXPOSIÇÃO CIENTÍFICA PARA SE APAIXONAR PELA QUÍMICA: DO
PLANEJAMENTO À AVALIAÇÃO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, subárea de poesia no Ensino de Química, pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas.

Orientador: Wilmo Ernesto Francisco Junior

Maceió
2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

- L864e Lopes, Márcio José de Moraes.
Uma exposição científica para se apaixonar pela química : do planejamento à avaliação / Márcio José de Moraes Lopes. – 2019.
67 f. : il. color.
- Orientador: Wilmo Ernesto Francisco Júnior.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de
Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2019.
- Bibliografia: f. 49-50.
Apêndices: f. 51-67.
1. Química – Estudo e ensino. 2. Poesia. 3. Exposições científicas. 4.
Espaço externo da escola. I. Título.
- CDU: 372.854(813.5)

MÁRCIO JOSÉ DE MORAES LOPES

“Uma exposição científica para se apaixonar pela Química: do planejamento à avaliação”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Subárea de Concentração “Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 18 de fevereiro de 2019.

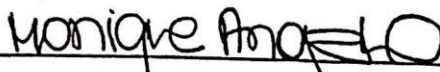
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior - Orientador
(Campus Arapiraca/UFAL)



Prof. Dr. Wellington Francisco
(UNILA)



Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva
(IQB/UFAL)

DEDICATÓRIA

Aqueles que colaboraram para esta dissertação:
professores, familiares, amigos, minha turma
PPGECIM 2016 e participantes da exposição do
“Químico apaixonado”.

AGRADECIMENTOS

Após o processo seletivo do PPGECIM, com o início das aulas, tudo ficava claro em minha mente, não conseguiria chegar ao final do mestrado. Neste sentido, o primeiro agradecimento vai para Deus, colocou as pessoas certas, nos momentos certos, fazendo com que chegasse aqui, neste momento especial. Isto posto, agradeço a minha família, pelos momentos que não pude estar presente, ou ainda, os que estive apenas fisicamente nestes últimos 3 anos. A minha esposa Maria Amelia Peixoto Patury Galvão, que com tantos problemas familiares, conseguiu gerenciar as situações adversas. A meu Filho Márcio Galvão Lopes pelo entendimento de minha situação (amanhã vamos ao cinema...) e a meu filho Aloysio Galvão Lopes (fotógrafo e revisor de meu inglês precário). Ao cunhado Aloysio José Peixoto Patury Galvão, fundamental na concepção e execução dos objetos educacionais e sua esposa Adriana Mendes que sugeriu implementações a estes produtos.

A minha tia Marisa de Moraes que dispôs de seu tempo revisando o meu texto.

A meu orientador Wilmo Ernesto Francisco Junior, foi farol, foi amigo, foi professor na mais plena concepção, ensinando, estimulando, exortando, fazendo-me pensar e construir minhas ideias, com a experiência de quem sabe o momento certo de conduzir suas posturas, sem desmotivar, mas também evitando a acomodação, ciente de seu papel, extraíndo meu melhor. Orientador sereno, tranquilo, contundente, poeta, um lutador pela educação nos dias atuais, daqueles que o país precisa cada vez mais.

A minha turma PPGECIM 2016.2, com vocês aprendi tantas coisas, obrigado pela paciência com minhas brincadeiras “sem graça” e pelo incentivo diante de minhas inseguranças e desídias.

Aos amigos do grupo de Química: Flávia Chini (blonde), Flávia Serbim (Brunette), Arcille (Dexter), incluindo eu (Kimie), com os devidos pseudônimos, em razão do artigo conjunto com meu orientador: “A escrita de diários como ferramenta de formação docente continuada: uma análise no contexto de um mestrado profissional”. Foi um imenso prazer trocar experiências na área da química.

Aos professores do PPGECIM pelas orientações, comprometimento e conhecimentos compartilhados, em especial a minha querida professora Anamelea de Campos Pinto (*in memoriam*), não imaginei a amplitude de seus conselhos e orientações, sequer que os momentos que vivemos seriam únicos e inesquecíveis.

EPÍGRAFE

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas
criar as possibilidades para a sua própria
produção ou a sua construção.”*

Paulo Freire

RESUMO

Este trabalho se propôs a investigar a percepção dos estudantes sobre os objetos de uma exposição científica, bem como o papel destes objetos na interpretação do conjunto expositivo, investigando a possível aprendizagem obtida por estes alunos. Buscou-se interligar a ciência e a arte, numa concepção mais holística da educação, trabalhando como um poema com simbologias científicas e palavras para produção de sentidos. A pesquisa se deu a partir do planejamento, execução e avaliação de uma exposição realizada com 28 estudantes do segundo período de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Arapiraca. Para a coleta de dados foram empregadas observações de campo e questionários respondidos pelos participantes. A partir disso, foi investigado como a exposição alterou a percepção/interpretação inicial do poema e quais aprendizagens foram notadas. Os resultados demonstraram uma boa recepção da exposição e dos objetos produzidos. Revelaram ainda uma melhora na interpretação do poema pelos visitantes a partir do conjunto expositivo. A exposição permitiu-nos trabalhar com cinco estações com objetos expositivos e um vídeo, todos elaborados pelo pesquisador no sentido de buscar outras formas de abordagem do conteúdo conceitual, diversa das práticas mais tradicionais de ensino. A avaliação dos objetos teve uma relação direta com sua interpretação, bem como a possibilidade de gerar experiências autênticas.

Palavras chave: Espaços educativos não formais, Divulgação científica, Poema; Exposição científica.

ABSTRACT

This paper aims to investigate the students' perception of the objects of a scientific exposition, as well as the role of these objects in the interpretation of the expository set, investigating the possible learning obtained by these students. It sought to interconnect science and art, in a more holistic conception of education, working as a poem with scientific symbologies and words for the production of meanings. The research was based on the planning, execution and evaluation of an exposition carried out with 28 students from the second period of Degree in Chemistry of the Federal University of Arapiraca. Field observations and questionnaires answered by the participants were used to collect data. From this, it was investigated how the exposition altered the initial perception / interpretation of the poem and what learnings were noticed. The results showed a good reception of the exhibition and the objects produced. They also revealed an improvement in the interpretation of the poem by the visitors from the exhibition set. The exhibition allowed us to work with five stations with exhibition objects and a video, all elaborated by the researcher to find other ways of approaching conceptual content, different from more traditional teaching practices. The evaluation of the objects had a direct relation with its interpretation, as well as the possibility of generating authentic experiences.

Keywords: Non-formal educational spaces, Scientific dissemination, Poem; Scientific exhibition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vantagens das atividades educacionais realizadas de maneira não formal	23
Figura 2 - Tela de apresentação do acervo de material didático-cultural - GEENF....	31
Figura 3 - Tela de apresentação de um item do acervo de material didático-cultural-GEENF	31
Figura 4 - Poesia “químico apaixonado” utilizado como base para o planejamento da exposição e apresentado com as lacunas para os participantes interpretarem os versos.....	35
Figura 5 - Estação 1 da Combustão	36
Figura 6 - Estação 2 do Pêndulo	37
Figura 7 - Estação 3 da oxidação.....	38
Figura 8 - Estação 4 do Colapso do elétron	39
Figura 9 - Médias aritméticas das notas atribuídas pelos estudantes a cada uma das estações da exposição.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Respostas apresentadas para a complementação do poema antes e após a participação na exposição.....	42
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1- REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.1- Aspectos da Organização da Exposição e Pedagogia Museal.....	26
1.2- Materiais Educativos nos museus	28
2. METODOLOGIA	34
2.1. Planejamento e organização da exposição	34
2.2. Coleta e análise dos dados.....	40
3. Resultados e Discussão	42
Considerações finais	50
REFERÊNCIAS	51
Apêndice A: Questionário de avaliação dos objetos.....	54
Apêndice B: Questionário de avaliação da exposição	55
PRODUTO EDUCACIONAL	57
Estação do vídeo	70

INTRODUÇÃO

O cotidiano é permeado de conhecimentos diversos, desde os saberes historicamente acumulados em grupos específicos até à ciência, à tecnologia e à arte. Assim, desde o seu nascimento o ser humano está imerso no conhecimento, em suas multifacetadas especificidades. Diante disto, indagamos: Será que só aprendemos na escola? Será que existem outros espaços não escolares que o sujeito aprende? Como os sujeitos podem aprender a partir desses lugares? Existiria relação entre a química e a arte?

Parecem perguntas elementares, mas são bastante importantes, pois ainda há uma sobrevalorização do espaço escolar como ambiente de aprendizagem, embora o uso social destes saberes, além dos muros das escolas, possam ser bastante questionados. Diversas são as dificuldades enfrentadas pelos alunos no aprendizado das Ciências, em especial da química, dada sua natureza eminentemente experimental, inserida num mundo muitas vezes microscópico, exigindo um raciocínio imaginativo, assim como, contemplar as diversas conexões e relações com a sociedade e avanços tecnológicos trazidos por esta ciência. Observa-se um grande obstáculo nos processos de teorização, construção e reconstrução de modelos que viabilizem a interpretação da natureza e a elaboração de explicações por parte do estudante. Os conteúdos explicados são constatados muitas vezes apenas por meio de fórmulas e reações, numa abordagem sem significância para o aluno, não admitindo e nem possibilitando uma investigação por observações, manipulação ou experiências, sem uma perspectiva de educação mais orgânica que contribua para o desenvolvimento democrático com indivíduos propositalmente formados para a cooperação e a participação.

Acreditamos que existem outros espaços em que os educandos podem aprender, ou seja, ambientes extraescolares, e que a arte pode ser uma integrante do processo de aprendizagem de ciência, visto que podem emocionar e ser agente de resposta no aluno, portanto, capaz de fomentar aprendizagens. Assim, sentimentos e pensamentos caminham na constituição do sujeito.

Obviamente nossa proposta surge como um momento complementar e alternativo as atividades de sala de aula, procurando-se a ampliação de contextos

educativos no sentido de favorecer as diferentes dimensões humanas, sabendo que apenas isso não é o suficiente, uma vez que limitantes de natureza infraestrutural e a multiplicidade de objetivos impostos à escola tencionam esta concretização.

Neste contexto, surge a nossa escolha do objeto de pesquisa. Ciente dos vários desafios que se apresentam no intuito de melhorar a formação docente e propiciar experiências didático-pedagógicas significativas, é que nos propomos a pensar atividades que considerem espaços não formais de educação. Saindo da posição meramente reprodutora e almejando um caráter criador do processo educativo, buscou-se preparar uma exposição de “objetos educativos” numa concepção mais holística da educação, com atividades diversas. Foi planejada e realizada uma exposição com “objetos de arte” de química, construídos a partir de uma poesia de química¹ com simbologias científicas que supostamente relacionam a ciência e a arte. A partir disso, foi investigado como a exposição alterou a percepção/interpretação inicial do poema e quais aprendizagens foram notadas, o que resultou, no produto educacional apresentado ao final deste trabalho. Os objetos da exposição foram sistematicamente pensados e construídos para apresentarem uma relação com conceitos científicos abordados pelo poema, a saber, combustão, liberação de energia, oxirredução (oxidação do ferro), ressonância e o modelo atômico de Rutherford. A exposição foi realizada com estudantes de licenciatura da Universidade Federal de Alagoas em Arapiraca.

De uma maneira mais específica, a pesquisa buscou respostas para o seguinte problema de pesquisa: que aprendizados os estudantes constroem a partir da interação com a exposição e seus diferentes objetos? Diante dessa problemática, realizamos uma pesquisa com o objetivo geral de avaliar a exposição e como a mesma interferiu na percepção do poema. Cabe destacar que os materiais educativos produzidos para exposição são objetos museais, objetos estes atores-agentes de informação e ao mesmo tempo construtores de significados e discursos narrativos no espaço-tempo museológico, sejam eles físicos ou virtuais, ou ainda como define Pearce (1992) “pedaços do mundo físico” que se definem pelo valor cultural que lhes é agregado. Denominamos ao longo deste trabalho estes objetos

¹ Poesia retirada do livro “Ciência em Verso e Prosa: Acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar)” de Wilmo Ernesto Francisco Junior.

ora como objetos educativos, ora como objetos artísticos, procurando evidenciar o processo de construção do conhecimento no campo das exposições e também evidenciando o papel do educador na construção destes objetos que serviram como ferramenta de ensino e aprendizagem.

1- REFERENCIAL TEÓRICO

O incentivo e a ampliação do acesso à ciência são temas de intensa discussão entre educadores, especialmente entre aqueles que defendem o conhecimento científico como fundamental para o exercício pleno da cidadania. Nessa direção, os espaços educativos não formais vêm se configurando em importantes nichos para a ampliação do acesso à cultura científica, bem como foco de investigações diversas. Espaços educativos não formais podem ser compreendidos como todos aqueles que se preocupam com a comunicação do conhecimento (ROVETTA; ROVIDA, 2018). Em outras palavras, o foco central é a ampliação do acesso à cultura e ao conhecimento, de modo a atingir um variado público.

Em geral, tais espaços são instituições, como os museus, de caráter permanente, abertas ao público e onde se conservam, pesquisam, divulgam e expõem testemunhos materiais e imateriais relacionados com a ciência, com o objetivo de estudo, educação e lazer (MARANDINO et al., 2016). Todavia, os espaços não formais não são exclusivamente museus. A educação não formal pode ser desenvolvida em outros espaços, como parques, bibliotecas, a partir de visitas técnicas e espaços interativos com a comunidade. No cenário atual os museus e espaços não formais são reconhecidos como locais que permitem significativa interação social entre os visitantes, participação ativa e ricas experiências afetivas, culturais e cognitivas (MCMANUS, 1992).

Para Fuhrmann e Paulo (2014) a educação não formal se trata de um modelo de ensino e aprendizagem que possui um conceito complexo e ambíguo, formado por uma gama de práticas pedagógicas assimétricas e que ainda são pouco investigadas no Brasil. Trilla (2006) comenta que a expressão “educação não formal” passa a surgir associada ao campo pedagógico, de forma simultânea a diversas críticas ao sistema formalizado de ensino, em um momento em que distintos setores da sociedade, como o serviço social, saúde, cultura, etc., passam a encarar o universo escolar e a família, como incapazes de representar todas as demandas sociais cabíveis a eles, impostas ou mesmo desejadas.

Vejamos, pois, o mais emblemático dos espaços não formais é o museu, cuja organização mudou bastante com o tempo, saindo de uma primeira geração de Gabinetes de Curiosidades (século. XVII), sem critérios científicos delimitados, passando por uma segunda geração focada na ciência e na indústria (séculos XIX e XX) até alcançar uma terceira geração (século XX) que valoriza a interatividade com os aparatos (MCMANUS, 1992).

Numa primeira etapa os museus tiveram como ponto principal a criação e inserção dos mesmos nas instituições de ensino formais como as Universidades. Assim foram abertos nesta época museus com grandes coleções, mas com restrição de acesso apenas a estudiosos tecnicamente qualificados a compreender exposições. Entretanto, aparece a era dos museus públicos, tendo como bom exemplo o *Ashmolean Museum* (Universidade de Oxford), que acarretou doações substanciais de colecionadores particulares, propiciando a disseminação do saber e do estudo, notadamente a instrução pela observação do público dos objetos ali expostos. Numa segunda etapa, houve a entrada de um público mais amplo, onde a função educativa se disseminou em classes sociais diferenciadas dentro destes espaços. Neste sentido houve uma modernização dos museus e a observação de que neles havia um lugar do conhecimento e da invenção artística. Assim, diante desta importância, houve colaboração dos próprios governos em vários países no sentido de fomentar no século XIX (o chamado “século de ouro”) a ampliação destes espaços em todo o mundo, incluindo o Brasil com o Museu Real (Rio de Janeiro) criado em 6 de julho de 1808 e que viria depois a se tornar o Museu Nacional, propiciando a criação do Museu de São Paulo entre outros. Numa terceira etapa tivemos a consolidação do papel educativo dos museus, algo que aconteceu no decorrer do século XX, com aumento e diversificação do público os Museus nesta etapa tem a necessidade de ampliar sua atuação saindo de uma posição de meros expositores de obras.

Ainda que a história dos museus não seja tão recente, foi somente na segunda metade do século XX que os museus passaram a ser reconhecidos formalmente como instituições educativas. Nota-se, em decorrência, uma Nova Museologia, implicada numa concepção expandida de museu. Para tanto, acrescenta-se a dimensão educativo-cultural, buscando, inclusive, outros meios e estratégias no

sentido de tornar o público engajado na preservação do “patrimônio” consignado por estes últimos, tendo grande importância no que diz respeito à preservação da história e memória de um povo, além da preservação de diferentes conhecimentos em diversas outras áreas. Com isso, a visão do museu e sua função transformadora ganharam, em particular na América Latina, o desenvolvimento de uma cultura voltada à relevância das ações educacionais envolvidas nas exposições, permeando e otimizando tais transformações (MARANDINO et al, 2008).

Em especial no tocante aos museus de ciências, no século XX, se estabeleceu uma indústria cultural em prol da divulgação da ciência, tendo trazido consigo a criação de *Exploratorium* (Estados Unidos 1960), pautado pelas teorias cognitivistas (“aprender fazendo”), ganhando força e sendo reproduzido em todo o mundo, tal sua repercussão e apelo perante ao público. (MARANDINO et al., 2008). Assim, no Brasil não foi diferente e a partir a década de 1980 tivemos um grande avanço neste contexto:

São exemplos dessa fase o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), criado em 1985, no Rio de Janeiro; a Estação Ciências, criada em 1987, em São Paulo, e o Museu Dinâmico de Ciências, criado também em 1987, em Campinas. Tais instituições desempenharam papel inovador ao apresentarem exposições interativas e ao adotarem princípios pedagógicos construtivistas no desenvolvimento das atividades propostas. Essa nova forma de se relacionar com o público teve como consequência o aumento da importância das ações de divulgação científica no país. (MARANDINO et al., 2008, p.11)

Os museus, portanto, têm papel de grande importância nos mais de dois séculos de história no Brasil, firmando-se no seu viés educativo. Não obstante, os recursos destinados a este segmento invariavelmente foram escassos, mesmo considerando algumas iniciativas como criação do Sistema Brasileiro de Museus (SBM). A função educacional dos museus é sem dúvida sua demanda mais crescente. A qualidade, tanto da exposição quanto da mediação com profissionais formados para estabelecer a ligação entre o museu e seu público, irá refletir na experiência vivida nestes estabelecimentos.

Ao longo do tempo os museus se estabelecem como espaços educativos com suas peculiaridades próprias, firmando-se como espaços de educação não formal que devem ser diferenciados das Escolas (espaços formais) e da família

(experiência informal de educação). Mesmo assim esta delimitação não é fácil e muito menos consensual, como nos ensina Marandino (2008):

Podemos perceber, por exemplo, diferenças de definições nas literaturas anglofônica e lusofônica (CAZELLI, 2000). Os autores de língua inglesa usam os termos *informal science education* (educação informal em ciências) e *informal science learning* (aprendizagem informal em ciências) para todo o tipo de educação que pode acontecer em lugares como museus de ciências e tecnologia, *science centers*, zoológicos, jardins botânicos, no trabalho, em casa, entre outros locais voltados para as ciências. Já os de língua portuguesa subdividem a educação em ciências que ocorre fora da escola em dois subgrupos: educação não formal e educação informal, associando esse último aos ambientes cotidianos familiares, de trabalho, do clube etc. (MARANDINO et al., 2008, p.12)

Já no Brasil, os museus têm sido considerados espaços não formais de educação, sendo parte de um discurso internacional no contexto das políticas educacionais do final dos anos 1960, focada em suprir as dificuldades de grupos em desvantagem, com propósito definido e maleável quanto a organização, contrastando com a educação formal dos países em desenvolvimento que era lenta a adaptações socioeconômicas. O documento da UNESCO de 1972 ("*Learning to be – The Faure Report*") teve influência na divisão do sistema educacional em três categorias distintas:

- a) Educação formal
- b) Educação não formal
- c) Educação informal

Na primeira teríamos uma educação estruturada hierarquicamente e cronologicamente graduada, ao passo que na segunda a atividade organizada estaria fora do sistema formal de educação, mas com objetivos de aprendizagem, e na última categoria seria formada pelo processo de aprendizado ao longo da vida do indivíduo, com as influências que este recebe do meio em que vive, seja no trabalho, no lazer, na família entre outros. Embora autores como Gaspar (1993) defendam que apenas a distinção em relação ao emprego dos termos "educação formal/informal", a categorização acima relacionada é bem aceita pelos pesquisadores e educadores brasileiros. Chagas (1993) faz referência à educação não formal como sendo aquela veiculada nos museus e outros, com intuito de ensinar ciência a público não homogêneo enquanto que a educação informal se obtém no cotidiano, seja por conversas informais com familiares, amigos ou outras pessoas com as quais nos

deparamos eventualmente. Em outro plano Gohn (1999) amplia a concepção de educação, tratando da educação não formal em várias dimensões.

Para Gohn (1999), a educação não formal pode ser desenvolvida em associações de bairro, sindicatos, organizações não-governamentais, entre outros, incluindo-se aí as próprias escolas (em seus espaços interativos com a comunidade). Assim a educação não formal não seria obtida na família, amigos, clubes e teatros como preconizava Chagas (1993), sendo categorizada como educação informal dado o seu caráter espontâneo e permanente. Existem ainda outras concepções que colocam o foco do aprendizado no processo de aprendizagem e não no processo educativo, como Falk e Dierking (2002) na chamada "*free-choice learning*", ou, aprendizagem por livre escolha, onde o interesse e também a intenção do aprendizado se originam no próprio indivíduo sem elementos externos impostos como ocorre na escola. Não obstante todas essas divisões, parece interessante a abordagem de Rogers (2004) quando coloca todas as categorias citadas (educação formal, informal e não formal) como complementares e continuadas e não isoladas. Assim, no tocante em especial aos museus, poderíamos analisá-lo como ambiente não formal na medida em que se estrutura como instituição de determinado conteúdo programático, e ao mesmo tempo imaginá-lo como de educação formal sob o prisma do público, quando por exemplo alunos de uma escola o visitam com uma atividade delineada por sua escola, ou ainda, também sob a ótica do público, de educação informal, na medida que procuramos o museu para nos divertir com nossos amigos.

Uma concepção clara no planejamento das ações educativas nos museus torna-se fundamental para que se atinjam os objetivos. A mudança de foco para o público deve é também uma tônica dos museus atuais, embora em muitos casos não revelam tal preocupação, apresentando-se apenas textos e cartazes, dando grande importância à transmissão de informação e não a sua compreensão. Neste contexto as informações prévias do público e as experiências surgem como fomentadoras a compreensão de assuntos específicos.

As tendências atuais entendem a comunicação em museus como um processo cultural (HOOPER-GREENHILL, 1999a) que acontece não em uma única via, mas em via dupla, dos especialistas até o público e do público até os especialistas. Nessa abordagem, o significado é construído por meio de um processo ativo de negociação de saberes e experiências, no qual todas

as partes trabalham em conjunto para produzir interpretações compartilhadas. (MARANDINO et al., 2008, p.17)

Museus com esta concepção, de via dupla, impõe desafios a serem implementados na prática, ao serem levados para onde esta abordagem necessitará de uma incorporação da participação e envolvimento do público, valorizando o que este sabe, nivelando os especialistas e os visitantes no que concerne o “saber” de cada um, na intenção de criar um diálogo entre eles. Exposições com espaços destinados a debates guiados por monitores ou aquelas que fomentem a discussão e ensejem a posição do visitante e as oficinas que propiciam reflexões e posturas críticas sobre um tema, são bons exemplos de como se pode empreender na direção deste “novo” museu.

Quadra e D’ávila (2016) comentam que a educação não formal trata de organizar o processo de ensino e aprendizagem sem seguir diversos requisitos formais, como, por exemplo, sendo realizada em qualquer ambiente, desde que tenha uma dinâmica diferente de aulas expositivas, que não priorize a memorização e que faça uso de ferramentas didáticas diversificadas e atrativas.

A educação não formal, conforme as autoras, não aparece com a intenção de substituir a educação formal, mas sim, como uma forma de complementá-la. Os espaços não formais devem ser locais prazerosos, que valorizam as emoções e motivam. Com a educação não formal, há uma liberdade maior de ensinar e aprender, facilitando o atendimento de necessidades individuais, que são naturais de cada ser humano. Os autores apresentam então algumas das vantagens de atividades educacionais realizadas de maneira não formal, por meio do seguinte esquema:

Figura 1 - Vantagens das atividades educacionais realizadas de maneira não formal



Fonte: Quadra e D'ávila (2016, p. 23)

As autoras explicam que, aproximadamente 1% da população brasileira visita algum centro ou museu de ciências anualmente. Em alguns países da Europa, esse índice de visitação chega a 25%. O principal desafio para o Brasil é estimular o uso dessa e outras ferramentas não formais de educação, estimulando-se a visitação desses espaços não formais – como museus, parques, centros de ciências, etc. – além de formar educadores capazes de integrar os sistemas de educação formal e o não formal, repensando-se o currículo na tentativa de desfragmentar os conteúdos e realçar que o conhecimento é dinâmico.

Quadra e D'ávila (2016) acreditam que superando essas, que são as principais barreiras para a consolidação da educação não formal, o sistema de ensino brasileiro contribuirá na formação de cidadãos capazes de analisar e interpretar o mundo em que vivem, produzindo sua própria concepção de ambiente, capazes de fazer e não somente replicar dados, ambicionando aprender mais e melhor ao longo da vida.

Nascimento e Ventura (2001) pontuam que os espaços não formais passaram por transformações que incluem: i) a presença de novas tecnologias

comunicacionais; ii) a necessidade de uma nova organização quanto aos objetivos, procura e definição de públicos; iii) a busca de uma nova linguagem que realize uma síntese do conhecimento científico e tecnológico capaz de atrair o público; iv) o confronto às diferentes questões econômicas que fazem dos museus empresas de cultura e lazer e; v) as novas concepções dos espaços museográficos internos e externos. Ainda para Nascimento e Ventura (2001), o princípio de construção de qualquer prática museológica e museográfica pressupõe a classificação e a exposição dos objetos. A museologia procura assim estabelecer uma comunicação entre o objeto e o visitante por meio da apresentação social e da interpretação de problemas contemporâneos. Os espaços educativos não formais oportunizam uma inter-relação entre a ciência, a técnica e a arte, podendo manter o visitante interessado e em interação com a exposição, não só a nível sensorial e afetivo, mas também em termos de análise crítica (NASCIMENTO; VENTURA, 2001).

Ao contrario da educação formal que ocorre nas escolas mediante a presença do professor a educação não formal ocorre em espaços educativos que vão desde territórios que acompanham as trajetórias de vida dos grupos e indivíduos, locais informais, etc, onde o grande educador é o “outro”, aquele com quem interagimos ou nos integramos. A educação não formal capacita os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, no mundo, abrindo janelas de conhecimento para os indivíduos e suas relações sociais, com seus objetivos se construindo no processo interativo, ocasionando um efetivo processo educativo.

Interessante observar o trabalho de Carvalho (2016), quando mostra o que acontece no momento da visita escolar ao museu/centro cultural, na perspectiva de que não houve acompanhamento de atividades realizadas “antes” e “depois” dessa prática. Através de observações, entrevistas, análise documental, fotografias, a autora traz a tona a relação do museu/centro cultural com a escola, mostrando que a educação não formal se coloca de modo contundente em nossa sociedade. Carvalho (2016) faz uma reflexão importante sobre as “pedagogias” conflitantes durante as visitas buscando entender o potencial educativo e pedagógico de museus e centros culturais. Vários problemas podem ser destacados, como, apego a roteiros pré-estabelecidos, direcionamento do olhar do visitante somente para obras sobre as quais os monitores estão preparados para falar, assim como, por outro lado, muitos

programas educativos de museus colocando a animação cultural de forma predominante, funcionando apenas como instrumento de sedução sem grande valor para o entendimento da arte.

Carvalho (2016) ainda constata a falta de familiaridade das crianças nos museus e centros culturais:

A fala de que crianças que não costumam frequentar museus e centros culturais apresentam “dificuldades de várias ordens” foi praticamente unânime entre a equipe do centro cultural. Entretanto, essas “dificuldades”, por vezes, pareceram resumir-se à falta de familiaridade com o espaço, com as regras e os rituais dessas instituições, como o “não ter cultura”. (p.193). (CARVALHO, 2016, p.193)

Embora haja preconceito em relação às classes populares com uma suposta falta de familiaridade com estes espaços, empiricamente foi percebido que alunos da escola particular também apresentam este problema, mostrando que famílias consideradas de elite não necessariamente têm assumido este papel, constata Carvalho (2016). A autora ainda defende a presença de monitores nas exposições, no entanto, faz ressalvas que ainda muitas questões devem ser discutidas, como, por exemplo, a necessidade de um “projeto” de atendimento, sem o qual, pode apresentar-se como fator complicador para as visitas escolares.

Em seu estudo de visitas de museus e espaços culturais, Carvalho (2016) destaca o papel dos espaços não formais:

[...] os espaços de educação não formal ocupam hoje, de fato, um papel relevante no processo de ensino e aprendizagem de estudantes, mas que é preciso que se levem em conta as especificidades de cada instituição, o que só se poderá ser alcançado conhecendo-se os projetos que perpassam as diferentes iniciativas, seja em espaços formais, seja não formais.(CARVALHO, 2016, p.203)

Assim é fundamental uma melhor organização das visitas e exposições, pautadas num projeto e direcionadas aos mais diferentes públicos de maneira a contemplar as diversas manifestações culturais, fomentando entre outros aspectos o aprendizado e o lazer.

1.1- Aspectos da Organização da Exposição e Pedagogia Museal

Com base em Van-Praet e Poucet (1992), Marandino et al. (2008) pressupõe que pensar os espaços educativos não formais de ensino conduz a analisar as condições de implementação e execução de atividades, o que remete à organização de *lugar, tempo, objetos e linguagem*, tidos como essenciais nos processos específicos de educação em museus.

Em relação ao tempo, há que se tomar cuidado, posto que é breve e essencial na estratégia de comunicação. Uma visita muitas vezes é única na vida do indivíduo ou grupo e o tempo gasto no objeto, painel ou aparato envolverá a concepção da exposição e o trabalho do mediador.

A forma como uma visita é realizada é determinada também pelo espaço físico, que na maioria das vezes é de um trajeto aberto, em que o visitante deve ser cativado durante seu percurso na exposição, sendo fundamental, portanto, a preparação dos mediadores, dos dispositivos de recepção e da equalização do tempo para que não ocasione demoras indesejadas.

Sem dúvida um dos elementos mais importantes dos museus são seus objetos, destacados por Marandino (2008, p. 20) como “elementos centrais e a alma dos museus, sendo também fonte de contemplação e interatividade”. Neste sentido, o acesso aos mesmos nas ações educativas dos museus é primordial, propiciando sentido e viabilizando leituras sobre estes. São os objetos que podem sensibilizar o visitante e o fazem se apropriar dos conhecimentos expostos, sejam eles históricos, sociais, técnicos, artísticos e científicos.

Os textos, imagens, aparatos interativos, objetos de contemplação, entre outros, que aparecem em uma exposição de museu, devem receber um tratamento no sentido de torná-los de fácil compreensão aos diversos públicos, cativando, divulgando, ensinando e fomentando o conhecimento.

Durante as ações de mediação é fundamental a atenção aos aspectos mencionados sobre as características da pedagogia museal. O mediador deve, ao planejar suas ações e ao realizar a mediação com o público, considerar que este não deve ser exposto a longos períodos de exposição oral, não deve ser submetido à leitura de textos imensos, mas deve, sim, saber se localizar, se sentir à vontade para interagir, podendo dialogar com seus pares e com o mediador. Estes e outros elementos são decorrentes da especificidade que esses locais imprimem para ações educativas neles realizadas. (MARANDINO et al., 2008, p. 20).

Percebemos como o processo de mediação é essencial. Mas, afinal, o que é mediação na perspectiva do museu pedagógico? Para explicitar melhor, é interessante entender que a função da mediação é estabelecida quando o próprio mediador se percebe enquanto “tradutor” das informações apresentadas na exposição. Não é à toa que Marandino explica que “uma forma de compreender o papel da mediação na abordagem aqui apresentada é o mediador se perceber enquanto um decodificador das informações contidas na exposição”. (MARANDINO et al., 2008, p. 20).

É nesta mesma direção que precisamos compreender que a exposição de um museu tem que ter atrativos, obviamente, mas é necessário algo além disso. O divertimento. O divertimento aqui é essencial, não só por estimular o aprendizado e a observação, mas por possibilitar os visitantes para o exercício da cidadania indistintamente, tanto através de suas atividades educativas, como pela participação em diversos grupos de pessoas de vários níveis socioeconômicos.

Dessa forma, as especificidades que cada público requer faz com que o mediador busque diversas formas de lidar com cada público específico, pois cada público visitante apresenta singularidades.

As especificidades que cada público visitante apresenta podem nortear a compreensão de como os indivíduos aprendem nos museus e levar a ações mais ou menos direcionadas a conteúdos específicos, à intervenção de mediadores e a uma política associada à educação nos espaços museais. (MARANDINO et al., 2008, p. 22).

Ainda segundo Marandino (2008), é preciso que os mediadores não só explorem o conteúdo específico trabalhado, mas a forma como eles são trabalhados, ou seja, o processo de mediação. Assim, ele destaca alguns aspectos nesse processo, a saber: “(...) via boa comunicação visual, seja interativa ou apenas contemplativa, ou por meio da medição humana, descontraída e democrática.” (2008, p.22).

Não apenas no diálogo que se faz uma mediação, existindo outros fatores que contribuem na aprendizagem significativa dos alunos, uma vez que é necessário prestar atenção no outro, se instigar a curiosidade, se estabelecer o contato e facilitar a democratização do conhecimento produzido nos museus, seja por meio de

conversas, seja através de atividades utilizadas para atingir o coração e a mente de quem entra em um museu por um dia.

Em relação ainda ao papel do mediador cabe destacar sua importância para o bom funcionamento dos museus, assim como a melhoria da comunicação com o público visitante, estratégias consideradas por diversas instituições em todo o mundo. No Brasil não é diferente e utilizando uma enquete *on line*, respondida por 370 pessoas provenientes de 73 instituições de um universo de 200 espaços científicos-culturais, Chrystian Carlétti e Luisa Massarani² constataram que dos 209 espaços científico-culturais identificados no Guia de Centros e Museus de Ciência no Brasil, 200 possuem mediadores como parte da equipe. Não obstante isto, pouca ênfase é dada capacitação inicial dos mediadores que ainda assim demonstram grande consciência de seu papel.

Um desafio importante para os museus de ciência brasileiros é reinterpretar seu papel social, deixando de ser locais onde o público vai para aprender e apreender informações, mas se estabelecendo como locais de debates sobre temas de ciência e tecnologia onde distintos públicos assumem papel protagonista (CARLÉTTI; MASSARANI, 2015).

1.2- Materiais Educativos nos museus

Conforme Tamada e Mendonça (2015), é fundamental promover atividades de ciências em espaços não formais, urgindo a busca de medidas que possam favorecer a aprendizagem e tornar o ensino mais prazeroso aos estudantes. Neste sentido, há grande valor pedagógico nos museus dado o seu caráter de espaço potencialmente motivador e propício para desenvolver atividades e interações entre grupos que tornem o conhecimento acessível aos diferentes públicos. Além das visitas guiadas, as aulas, cursos, peças teatrais, oficinas, entre outras opções educacionais, os materiais impressos como guias expositivos, caderno de atividades, entre outros, permitem ao público vislumbrar a perspectiva da exposição propiciando que os mesmos possam construir seus próprios significados e sentidos. Na visão de

² Artigo no Journal of Science Communication 14(02)(2015)A01

Isabel Chagas (1993), isto evidencia um movimento de produção de materiais dentro dos museus de apoio às escolas com grande potencial no processo educativo.

Muitos são os materiais educativos produzidos nos museus reforçando o potencial destes como instrumentos de divulgação científica e ferramenta de ensino e aprendizagem de conceitos, não obstante isto, estudos analisando o impacto destes materiais educativos ainda são embrionários.

Um material de grande utilização em museus são os objetos tridimensionais. Nos espaços não formais a utilização dos mesmos pode promover muitas possibilidades de divulgação de conceitos científicos e estimulação da curiosidade, resgatando diferentes lembranças no visitante. Estes objetos possuem características relevantes no trabalho com o público tais como a resolução, a densidade da informação, a escala, a autenticidade, o valor econômico e cultural, entre outros aspectos.

O GEENF³ desenvolveu um banco de dados, ou ainda, um banco de referência sobre materiais educativos para identificar materiais educativos produzidos por museus, coletando, catalogando e organizando os materiais didáticos e culturais na área de educação não formal e divulgação em ciência. Assim, fomenta-se uma melhor difusão sobre a produção dos setores educativos de espaços não formais, propiciando a todos os interessados material para publicação de artigos, apresentação de trabalhos em congressos, ministrar oficinas e cursos, além da produção de materiais didático-culturais, ou ainda, simplesmente, para aqueles interessados pelo tema. Esse esforço caminha na direção não só da análise dos conteúdos científicos, mas também dos aspectos pedagógicos que os permeiam. Inicialmente foi feita triagem dos materiais produzidos por museus e afins coletados pelo GEENF e, logo após, determinou-se critérios de organização e descrição dos itens, constituindo-se quatro grupos designados pelas letras maiúsculas “I”, “E”, “O” e “K” de acordo com o meio de comunicação em que se manifestam, quais sejam:

³ Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Divulgação em Ciência – GEENF foi criado em 2002, vinculado à Faculdade de Educação da USP, na área temática de Ensino de Ciências e Matemática e dedica ao estudo, à pesquisa, à produção e avaliação de ações e materiais no campo da educação não formal e da divulgação em ciência.

I - impressos - textos produzidos a partir de uma impressora⁴, incluindo jornais, revistas, livros, *folders*, fotografias/imagens, entre outros;

E - eletrônicos - itens gravados e acessados eletronicamente por computadores, aparelhos de DVD, entre outros, formados por arquivos sonoros, gráficos, imagens e textos, *softwares*, etc;

O - objetos tridimensionais - todos os tipos de itens tridimensionais, feitos à mão ou industrialmente, além de objetos encontrados na natureza (*realia*). Há inclusão também de jogos e itens lúdicos, mesmo que impressos, categorizando-os no mesmo grupo, haja vista não haver limites claros na separação entre os mesmos dado seus aspectos lúdicos.

K - conjunto de peças ou kit – constituído por unidades de materiais diversos, compostas por partes distribuídas em mais de um meio de comunicação, seja o mesmo impresso, eletrônico ou objeto.

Após esta categorização organizou-se fisicamente os itens de acordo com dois critérios: meio de comunicação a que pertencem ou, também, pelo nome da instituição que os elencou em consonância com grupos específicos.

Assim foi criado um código levando em conta o grupo, a instituição, a ordem de cadastro por instituição e a quantidade de cópias.

⁴ Impressora a Laser ou jato de tinta.

Figura 2 - Tela de apresentação do acervo de material didático-cultural - GEENF



Fonte: <http://www.cienciaemrede.com.br/acervomaterialdidatico/>

A figura 2 apresenta a tela de entrada do site que contém o acervo de material didático cultural.

Figura 3 - Tela de apresentação de um item do acervo de material didático-cultural - GEENF

Conhecendo o museu



Código: I.Museu de Zoologia da USP 1b. Descrição: Brochura preto e branco, de tamanho 29 x 21cm e no idioma português. Observações: A brochura contém atividades desenvolvidas no Museu de Zoologia da USP.

Tags: [Atividades](#), [Museus](#)

[Leia mais](#) | Nenhum comentário |

Fonte: <http://www.cienciaemrede.com.br/acervomaterialdidatico/>

Observa-se no primeiro item do catálogo na Figura 3 que o “1” refere-se a um item impresso, que neste caso é o número 1 do Museu de Zoologia da USP, que apresenta uma segunda cópia cadastrada (b). Após a etapa de determinação dos critérios de organização física do material elabora-se uma ficha catalográfica para cada item referindo às características físicas e de conteúdo dos materiais que serão

cadastrados em banco de dados eletrônico no Acervo de Material Didático Cultural do GEENF destacados nas figuras 2 e 3.

Esse esforço do GEENF é de grande importância para a formação dos educadores dos museus e auxiliam a realização de pesquisas que buscam analisar os materiais educativos no intuito de aperfeiçoar os recursos pedagógicos em prol de uma melhor adequação com o público alvo. Marandino (2016) destaca a importância desta iniciativa:

[...] fornecer subsídios para a análise do potencial e dos limites do uso dos materiais educativos nos museus possibilita ao educador desenvolver autonomia para planejar, produzir, analisar e decidir sobre os materiais que irão utilizar em seu espaço de trabalho. (MARANDINO et al, 2016, p.12).

Os educadores escolhem, produzem e utilizam os materiais educativos nos museus formando em vários destas equipes que contam com profissionais como educadores, mediadores, monitores, guias, entre outros, embora, em muitos casos, o trabalho seja isolado nestas instituições. A troca de experiências, no entanto, quando possível, é bastante enriquecedora, na medida em que este processo coletivo evidencia e legitima o papel destes profissionais. Assim:

A partir desse olhar, podemos dizer que a produção de materiais feita nos museus pode e deve envolver o grupo formado pelos educadores desses espaços. Este processo é uma importante etapa de produção de conhecimento educacional museal, que apoia, define, completa e retifica o que é ser um educador de museu. (MARANDINO et al, 2016, p.14).

Na ação educativa ou na concepção de um material educativo, quando buscamos o que já está pronto e concebido, o conteúdo, a forma de apresentá-lo, o tipo de suporte e o público-alvo, constituem uma construção do educador, que reforça a sua identidade institucional e o grupo ao qual faz parte, na maioria das vezes. Destaca também Marandino (2016):

Ao concretizar suas ações, por meio da elaboração coletiva, esse grupo se afirma como tal, estabelece laços entre seus membros e desenvolve um senso de responsabilidade em relação aos que estão fazendo juntos. Além disso, ao participar desse processo, cada um também se experimenta como *membro* daquele grupo, construindo e afirmando a sua identidade perante si mesmo e aos demais. (MARANDINO et al, 2016, p.15).

Assim, a cada encontro ou novo projeto compartilhado, os envolvidos vão se tornando educadores não havendo como separar um material educativo do grupo que os criou.

Os materiais educativos produzidos evidenciam não somente o processo de construção do conhecimento, mas revelam a identidade dos profissionais como *educadores de museu*, reafirmando seu papel de grande importância (Marandino et al., 2016).

Sob tal perspectiva, a produção de materiais didáticos e a preocupação com os objetos em exposição ganham relevo, pois toda exibição se organiza a partir daquilo que será exposto. Uma exposição pode ser compreendida como o espaço de encontro entre sujeito (visitante) e objeto (conjunto expositivo) (CARVALHO, 2016). Numa concepção mais ampla e atual configura-se no encontro entre a sociedade e seu patrimônio. Os objetos têm papel central na curiosidade, estímulo, questionamento, reconstrução de ideias e partilha de experiências pessoais. Para tanto, as exposições dispõem de variados recursos, um conjunto expositivo, que pode reunir guias expositivos, cartazes, modelos, réplicas, experimentos, textos, dispositivos tecnológicos dentre muitos outros.

Ganham relevância, portanto, estudos que enfoquem os objetos em exposição e como o público visitante interage e avalia estes materiais. Informações estas que podem ajudar a reorganizar as práticas educativas nestes espaços. Marandino et al. (2016) reconhecem a importância e, ao mesmo tempo, as incipientes pesquisas que se debruçam sobre a análise e avaliação destes materiais. De tal forma, este trabalho teve como objetivo precípua investigar a percepção dos estudantes sobre os objetos em exposição, bem como o papel destes objetos na interpretação do conjunto expositivo.

2. METODOLOGIA

2.1. Planejamento e organização da exposição

Este estudo foi conduzido a partir de uma exposição científica denominada “O químico apaixonado”. Tal exposição foi organizada com base em um poema (Figura 4) que emprega simbologias científicas associadas às palavras visando instigar reflexões e produzir sentidos sobre a ciência. A exposição organizada constituiu-se de quatro estações em que os objetos expositivos representavam justamente versos mais concretos do poema, nos quais foram inseridas representações científicas. Assim, os objetos tiveram por finalidade promover reflexões acerca do poema, em especial dos versos destacados. Todos os objetos foram produzidos especificamente para a exposição e estão detalhados no final como produto educacional deste trabalho. O intuito foi envolver os estudantes na interpretação dos aspectos científicos, interligando o poema com os objetos em exposição. Tais objetos são todos interativos exigindo que os participantes os operassem, buscando alternativas para ativá-los e almejando aumentar a curiosidade dos estudantes. Buscou-se avaliar a percepção sobre a exposição, incluindo aí os objetos expositivos e a partir disso investigando também como a exposição alterou a percepção/interpretação inicial do poema e quais “aprendizagens” foram observadas.

Figura 4 - Poesia “químico apaixonado” utilizado como base para o planejamento da exposição e apresentado com as lacunas para os participantes interpretarem os versos.

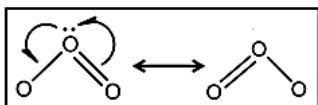


Químico Apaixonado



Sua presença é “ $C_2H_5OH_{(l)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(g)}$ ” () de sentimento

É explosão de “ $C_6H_{12}O_6(aq) + 6 O_{2(g)} \rightarrow 6 CO_{2(g)} + 6 H_2O_{(l)} + ATP$ ” ()

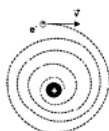
É  () de pensamento

Sinergia

Sua ausência, meu desalento

“ $4 Fe_{(s)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 Fe_2O_{3(s)}$ ” () o meu ser

Um modelo incompleto,



()

Impede-me de viver

Morte em pleno deserto

Fonte: FRANCISCO JUNIOR, W. E. Acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar) p.57 (adaptado).

A primeira estação constituiu-se de uma reação de combustão em que os visitantes poderiam evidenciar o fenômeno e suas características, como a liberação de energia e formação da água. Nesta estação os participantes realizaram um experimento de combustão com um pequeno pedaço de algodão embebido em etanol, seguido pela cobertura deste com um béquer, o que ocasionava a extinção do fogo e o aparecimento de umidade nas paredes do béquer.

Figura 5 - Estação 1 da Combustão



Fonte: autor

Em cima da mesa continha o roteiro explicativo dos procedimentos a serem adotados na realização do experimento:

1. Pegue um pedaço de algodão embebido em etanol e coloque-o no prato;
2. Pegue um palito de churrasco e acenda-o na vela acesa;
3. Acenda o pedaço de algodão que se encontra dentro do prato de vidro e após 5 segundos coloque o béquer com a “boca” voltada para baixo por cima do algodão.

Na segunda estação era retratado o fenômeno de ressonância, a partir de um pêndulo que demonstrava a troca de energia entre dois objetos quando um deles oscilava. O pêndulo era composto por duas bolas de sinuca amarradas por fios de nylon, simulando uma analogia entre pêndulos ressonantes e elétrons.

Figura 6 - Estação 2 do Pêndulo



Fonte: autor

Nesta estação o roteiro explicativo trazia as informações:

1. Escolha uma das duas bolas e puxe-a levemente em linha reta.
2. Solte-a e observe.

Na estação seguinte os participantes interagiram com um experimento de oxidação do ferro de uma esponja de aço. O experimento consistia na imersão de pequeno pedaço de palha de aço numa solução de duas partes de água sanitária e uma parte de vinagre.

Figura 7 - Estação 3 da oxidação



Fonte: autor

O roteiro desta estação trazia os seguintes dizeres:

1. Pegue um pequeno pedaço de esponja de aço e coloque-a no recipiente de plástico;
2. Com a seringa retire uma pequena alíquota de aproximadamente 5mL da solução de vinagre com água sanitária e coloque sobre a esponja de aço;
3. Observe (pode levar alguns minutos);
4. Descarte o material no recipiente apropriado.

Por fim, o último objeto representava o colapso do elétron (uma limitação do modelo atômico apresentado por Ernest Rutherford). Este simulava a atração do elétron pelo núcleo devido às forças elétricas. No objeto havia um ímã representando o núcleo e esferas metálicas de rolamento (representando elétrons) eram atraídas.

Figura 8 - Estação 4 do Colapso do elétron



Fonte: autor

O roteiro explicativo desta estação trazia os dizeres:

1. Pegue uma bolinha vermelha no recipiente e a arremesse dentro do círculo branco (use a qualquer ponto da rampa).
2. Repita o procedimento com quantas bolinhas julgar conveniente.

Cada estação continha ainda um banner ilustrado com uma fotografia que representava cada fenômeno e com os versos do poema aos quais a estação correspondia, como já destacado nas fotografias acima (1, 2, 3 e 4).

Participaram da exposição um total de 28 estudantes que no momento se encontravam matriculados no segundo período do curso de Licenciatura e cursavam uma disciplina introdutória à química. A exposição foi dividida em 3 momentos. No primeiro momento um texto foi distribuído entre os participantes para que todos lessem e tivessem um contato prévio. Também foi entregue uma segunda folha, que continha o poema e espaços em branco para a interpretação das representações e

equações presentes (Figura 1). O intuito foi avaliar a interpretação do poema. Após a leitura, os estudantes percorreram a exposição em si, realizando os experimentos quantas vezes quisessem. O percurso não seguiu uma ordem e não teve mediação, buscando-se uma maior interação com os objetos, dando liberdade aos alunos na discussão entre seus pares sem qualquer orientação prévia, facilitando a organização da exposição em qualquer local sem a necessidade de intervenção, não obstante também possamos ter como possibilidade o uso da mediação, ou ainda, colocação de textos comunicativos dos objetos em novas abordagens. A duração foi de aproximadamente 90 minutos.

Após a exposição os alunos assistiram um vídeo⁵, que procurou apresentar aos alunos algumas possibilidades de relações entre os experimentos e os sentidos do poema, além de colocar as possibilidades de criação dos objetos educacionais. O vídeo apresenta primeiramente o poema, estabelecendo uma ligação com cada estação visitada e finalizando com as relações dos aspectos químicos de cada estação com a poesia.

2.2. Coleta e análise dos dados

A presente pesquisa é de caráter exploratório e natureza qualitativa. Como fonte de dados foram empregadas observações de campo obtidas durante a visita bem como registros escritos dos próprios participantes. As observações almejavam avaliar o comportamento dos estudantes durante a exposição, se realizavam e repetiam os experimentos, se discutiam entre si, se apenas observavam, bem como seus comentários e questionamentos. Os registros dos estudantes serviram para avaliar, tanto os conhecimentos prévios, quanto as percepções dos objetos em exposição.

O primeiro instrumento foi o poema com as lacunas (Figura 1) em que propuseram a interpretação dos versos antes e após a visita (poderiam modificar as respostas). Ao final da visita, responderam ainda um questionário avaliativo dos objetos educacionais excluindo o vídeo (Apêndice A) e da exposição de um modo geral (Apêndice B). O questionário de avaliação dos objetos foi composto de seis

⁵ Vídeo feito pelo autor e publicado em <https://youtu.be/NqLdQOwddRg>

questões, sendo cinco de caráter discursivo e uma de múltipla-escolha em escala de intensidade com justificativa. Neste questionário os estudantes deveriam opinar e justificar qual dos objetos da exposição tinham gostado mais e menos, qual deles teria contribuído em maior e menor grau para a compreensão do poema, além de atribuir uma nota (0 a 10) a cada um dos objetos em exposição. A questão de múltipla-escolha foi uma afirmativa sobre a aprendizagem (Os objetos permitiram aprendizagens sobre os fenômenos) cujas opções de resposta variavam de “Concordo totalmente” a “Discordo totalmente”. Nesta questão ainda foi solicitado que descrevessem suas aprendizagens. Este questionário foi respondido imediatamente após percorrerem a exposição e antes da exibição do vídeo. Em seguida, os estudantes preencheram novamente as lacunas do poema. Assim, a combinação do questionário de avaliação dos objetos com o novo preenchimento das lacunas do poema, além de avaliar os objetos em si, teve o intuito de compreender que ideias puderam ser modificadas a partir da interação com os objetos.

O segundo questionário de avaliação da exposição foi respondido após a exibição do vídeo e era composto por um total de nove questões. Algumas delas eram similares ao questionário de avaliação dos objetos, considerando-se agora a exibição do vídeo como a estação final da exposição. Com isso o objetivo foi avaliar mudanças ou não de opinião em relação aos objetos e suas contribuições. Além disso, os estudantes deveriam avaliar o conjunto expositivo como um todo. Para isto, responderam sobre o nível de satisfação em ter participado da exposição. As respostas foram dispostas em escala de intensidade, variando de nada satisfeito, pouco satisfeito, indiferente, satisfeito e muito satisfeito, a partir das quais uma opção era válida. As respostas deveriam ser justificadas. Além disso, atribuíram uma nota (0 a 10) a todo o conjunto expositivo.

Para a análise dos dados as questões de múltipla-escolha foram contadas e apresentadas de forma descritiva. Para as questões em que foram atribuídas notas calculou-se os resultados através da média aritmética simples, obtendo-se um panorama geral da opinião sobre a exposição. Já as questões discursivas e as justificativas das questões de múltipla-escolha foram lidas e debatidas por semelhança.

3. Resultados e Discussão

Como já mencionado, inicialmente os estudantes realizaram uma interpretação do poema completando os versos concretos com palavras que julgassem adequadas. Conforme pode ser visto na Tabela 1, muitos estudantes deixaram em branco. Os versos que tiveram a menor quantidade de respostas foram sobre a combustão (57%), a oxidação (61%) e o colapso do elétron (82%).

Tabela 1 - Respostas apresentadas para a complementação do poema antes e após a participação na exposição.

Verso	Não preencheram antes da exposição (quantidade/porcentagem)	Respostas antes da exposição (quantidade)	Respostas depois da exposição (quantidade)
Sua presença é...	16 (57%)	Combustão: 5 Explosão: 3 Mistura: 2 Fonte de vida: 1 Reação química: 1	Combustão: 12 Chama: 7 Explosão: 1 * 4 mudaram a resposta
É explosão de...	10 (36%)	Energia: 9 Calor: 5 Bombardeio: 1 Combustão: 1 Desejos: 1 Sensações: 1	Energia: 10 Calor: 3 Fotossíntese: 2 Transmissão: 1 * 6 mudaram a resposta
É...	13 (46%)	Ligação: 6 Troca: 4 Deslocamento: 2 Partilha: 1 Confusão: 1 Bombardeio: 1	Ligação: 14 Troca: 3 * 4 mudaram a resposta
...o meu ser	17 (61%)	Oxida: 7 Ferro: 2 Desestabiliza: 1 Que fere: 1	Oxida: 12 Enferruja: 8 Reação: 1 * 2 mudaram a resposta
Um modelo incompleto,...	23 (82%)	Atômico: 2 Atração: 1 Do meu coração: 1 Eletrização: 1	Atração: 22 Campo elétrico: 3 Magnético: 1 * 3 mudaram a resposta

Fonte: dados da pesquisa

Tais dados revelam que a maioria não dispunha de conhecimentos prévios que os permitisse inferir e opinar sobre os versos do poema. Em alguns casos, tal como o verso da combustão, o resultado é preocupante, tendo em vista abarcarem noções básicas de ciências do ensino médio e mesmo do fundamental. O verso menos respondido foi referente à estação do “colapso do elétron”, que exibia uma representação (de espiral) pouco empregada em livros, o que pode ter dificultado a interpretação. Por outro lado, o verso mais respondido foi referente à reação da glicose que trazia símbolos como ATP e foi associada à energia na maior parte das respostas.

Após a exposição a grande maioria dos estudantes foi capaz de propor termos adequados para os versos. O termo combustão e oxida (ou enferruja) apareceu mais significativamente, indicando uma clara influência dos objetos expositivos. No caso da última estação, em que apenas 5 respostas foram apresentadas inicialmente, o termo “atração” prevaleceu em 22 dos 28 participantes, provavelmente sob influência do fenômeno de atração magnética entre as esferas metálicas e o centro do objeto.

Carvalho (2016) relata que uma das dificuldades do visitante em compreender as exposições decorre da falta da apresentação dos objetos e de atividades desvinculadas do seu interesse e entendimento. Nessa direção, embora não tenha havido mediação verbal na exposição, cada estação continha um banner indicando o verso ao qual o experimento correspondia. Os participantes poderiam assim inferir a associação entre o verso e o objeto. Ainda que a interpretação pudesse exigir outros conhecimentos, tal estratégia permitiu que as respostas apresentadas após a exposição apresentassem uma relação mais próxima de um sentido científico. Segundo Mcclafferty e Rennie (2012), as relações de interação (verbais ou observando o que os outros fazem) que se estabelecem entre pares podem estimular outros tipos de interação com os objetos. As observações de campo denotaram justamente uma grande interação estabelecida entre os pares e com os objetos. Os estudantes propuseram ideias, discutiam entre si e checaram as informações. Todos os estudantes repetiram ao menos dois experimentos. A estação 4 foi aquela em que os estudantes permaneceram o maior tempo em interação (mais de 10 minutos em

algumas situações), bem como repetiram o experimento mais vezes, demonstrando significativo engajamento.

O engajamento em uma exposição é favorecido por experiências interativas que promovam a participação nas atividades (MEISNER et al., 2007). Para Adams et al. (2004), a interatividade é central desde que estimule uma variedade de respostas nos indivíduos, funcionando não como fim, mas como meio de proporcionar experiências de aprendizagem. Meisner et al. (2007) também sugerem que as influências sociais criadas pelas ações dos visitantes atraem outras pessoas para a exposição, além de fornecerem-lhes recursos que podem auxiliar o entendimento da exposição. Isso é o que pode acontecer quando um grupo interage fortemente com um objeto, discutindo hipóteses, apresentando conhecimentos anteriores, questionando. Desta forma, o compartilhamento de experiências cria um ambiente de participação que favorece o engajamento. É importante que as atividades ativem aspectos físicos, cognitivos e emocionais, catalisando comportamentos de aprendizagem (BARRIAULT; PEARSON, 2010).

Os comportamentos de aprendizagem podem ser divididos em três tipos: iniciais, de transição e avançados (BARRIAULT; PEARSON, 2010). O que difere cada um deles é justamente a resposta dos participantes frente a situação ou objeto da exposição. Os comportamentos iniciais se caracterizam pela manipulação direta dos objetos ou somente pela observação de outras pessoas que os manuseiam diretamente. Não há um envolvimento completo na manipulação ou interação. Os comportamentos de transição configuram-se pela manifestação de reações emocionais e de prazer (sorrisos, alegria, olhares atentos) juntamente com a repetição de experimentos ou manipulação mais intensa dos objetos. Há demonstração de satisfação, indicando que os visitantes estão dispostos e até mesmo ansiosos com um maior envolvimento nas atividades. Ocorrem manipulações repetidas cujos resultados são o que mais desperta atenção e curiosidade. Por sua vez, os comportamentos avançados (de maior engajamento) sinalizam para a relevância da atividade, assim como a aprendizagem adquirida, seja a partir da experiência, do cotidiano ou fruto de momentos anteriores. A atividade verbal é constante, com referências a conhecimentos anteriores, perguntas, partilha ideias e

saberes. A interação com os objetos, exposição e com os outros (colegas ou demais presentes) torna-se uma experiência mais intensa.

Nessa direção, os objetos da exposição desempenham um papel relevante, pois são um dos fatores responsáveis pelo estímulo dos visitantes, interatividade e o consequente engajamento. Para a avaliação dos objetos os participantes responderam um questionário no qual deveriam indicar e justificar quais das estações haviam gostado mais e menos. Os resultados mostraram um equilíbrio entre a estação “1” da combustão (13 alunos) e a estação “4” do “colapso do elétron” (12 alunos). No caso da combustão, o experimento explorou as características da reação, que aliadas à interatividade foi uma das principais justificativas.

Aluno 3: Permite que o observador participe do experimento.

Aluno 4: Participar da queima do algodão com o béquer impedindo a entrada de oxigênio foi legal e motivador além de intrigante.

Para o objeto sobre o colapso do elétron, mesmo sem ter muitas vezes uma compreensão da analogia com o modelo atômico, o objeto educativo teve um apelo lúdico e motor, pois o arremesso das esferas remetia a muitas brincadeiras de infância.

Aluno 5: Um campo elétrico é bem lúdico e dinâmico.

Aluno 6: Interessante observar o movimento de atração das bolas de ferro pelo imã, foi muito divertido.

Já a estação que menos gostaram foi a estação “2” do pêndulo (18 alunos). Em um primeiro momento isso ocorreu pela maior dificuldade em associar o poema com este experimento. O modelo analógico aqui não foi compreendido, dado a sua complexidade e necessidade de elaboração mental em prol do raciocínio microscópico.

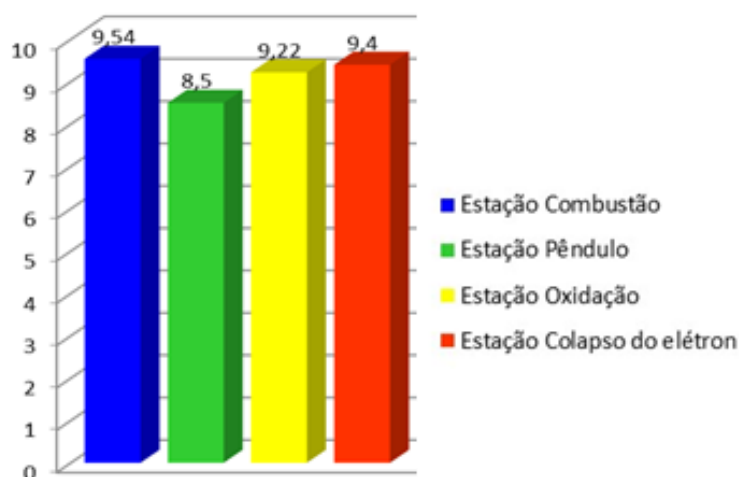
Aluno 7: Não conseguiu associar ao poema.

Aluno 8: Ficou confuso o significado das reações do objeto.

Além disso, a própria compreensão do funcionamento de um pêndulo de ressonância é uma dificuldade adicional, já que era desconhecida a razão da troca de energia entre as bolas de sinuca. Não obstante, os estudantes se mostraram intrigados com este fato e com a conservação da energia.

As notas atribuídas (Figura 1) pelos estudantes a cada objeto expositivo confirmam os dados anteriores e mostram uma boa recepção. A estação da combustão e do colapso do elétron tiveram as médias mais altas (9,54 e 9,4 respectivamente), enquanto o pêndulo teve a nota mais baixa (8,5).

Figura 9 - Médias aritméticas das notas atribuídas pelos estudantes a cada uma das estações da exposição.



Fonte: dados da pesquisa

No que se refere à avaliação dos objetos com um todo, verificou-se uma boa recepção dos participantes. As justificativas apontam para a interatividade e o divertimento, similarmente ao que já haviam aventado outros estudos (TAL; MORAG, 2006). Leinhardt e Crowley (2001), por exemplo, estabelecem a característica de autenticidade como um dos aspectos importantes na interação com objetos. A autenticidade existe somente na interação do objeto com a cultura e história do visitante, ou seja, com seu conhecimento prévio. Assim, para aqueles objetos com os quais os visitantes associaram seus conhecimentos, a avaliação foi mais positiva. Por outro lado, ao não estabelecerem uma associação com o poema ou conhecimentos anteriores, os visitantes atribuíram menor valor ao pêndulo. A autenticidade ajuda ainda explicar o motivo dos estudantes avaliarem relativamente bem o objeto em questão (8,5). Tal fato reside na experiência autêntica, quando tiveram seu interesse veiculado pela troca e conservação de energia do pêndulo, algo que os intrigou.

Um fator que também parece ser importante são as relações sociais estabelecidas. As observações de campo demonstraram uma constante discussão e troca de experiências entre os estudantes, aspecto importante para os comportamentos avançados de aprendizagem (BARRIAULT; PEARSON, 2010). Exibições que demandam interação social e permitem múltiplos sujeitos interagindo simultaneamente com os objetos são potencialmente fomentadores de atitudes mais favoráveis (ALLEN; GUTWILL, 2004; GUTWILL; SINDORF, 2015). Não obstante, a compreensão dos conceitos implícitos exige a construção de elaborados modelos mentais e as representações macroscópicas são indubitavelmente importantes para que se possa raciocinar microscopicamente, guardando-se as limitações de cada modelo, que neste caso pareceu ensejar uma mediação.

Todavia, vale destacar que, por vezes, mesmo que os objetos favoreçam comportamentos avançados de engajamento, a aprendizagem depende de mediações. Este foi o caso do experimento de combustão. Ainda que muitos estudantes (12 – 43%) tenham feito relações adequadas entre o objeto e o verso, nenhum participante fez menção verbal ao vapor d'água se condensando nas paredes do béquer quando este era usado para extinguir a chama. Esse fenômeno é uma evidência da formação da água na reação de combustão fato que, hipoteticamente, poderia levar ao estabelecimento de novas relações com o poema mediante a equação expressa no verso. A observação desta estação também permitiu identificar que muitos estudantes ainda atribuem a interrupção da queima ao término do oxigênio, ao invés do efeito extintor do dióxido de carbono na reação de combustão.

No tocante ao vídeo exibido ao final da exposição, 27 alunos (96,43%) concordaram que o mesmo permitiu novas aprendizagens sobre os fenômenos e apenas 1 (3,57%) aluno não inferiu tal condição. Quando indagados do que aprenderam com o vídeo, destacaram:

Aluno 9: Aprendi como se dá a relação entre os experimentos da exposição e o poema, pois possibilitou a melhor compreensão dessa relação, sobretudo de uma parte do texto que não entendi: “É ressonância de pensamento”

Aluno 10: O vídeo detalhou mais cada experiência deixando mais claro o que quimicamente acontece e refletindo nos versos do poema

No que se refere à avaliação da exposição como um todo, o resultado mostrou-se bastante positivo. Dos 28 estudantes, 19 indicaram “muito satisfeito” e 9 optaram por “satisfeito”. As opções indiferente, pouco ou nada satisfeito não foram escolhidas. Tais dados são corroborados pela nota atribuída à exposição, bem como pelos comentários sobre a mesma. A média das notas atribuídas foi 9,26, revelando um elevado índice de satisfação.

Numa última pergunta aberta do questionário de avaliação (apêndice B), foi pedido que os alunos deixassem comentários sobre a exposição. Entender o que os visitantes consideram importante é fundamental para se pensar em ações que fomentem o prazer, bem como auxiliem a compreensão sobre o ensino e a aprendizagem neste ambiente. Neste sentido, a exposição pode ter auxiliado na compreensão do fazer científico, na elaboração da imagem de um cientista humanizado, bem como na apropriação dos conteúdos científicos expostos no poema. Os comentários revelam aspectos da ludicidade, ponto central para que se promova prazer e diversão. A organização e a criatividade da exposição emergiram como elementos importantes.

Aluno 11: Tá ótima divertida e repleta de aprendizado. É importante a participação do observador nas experiências: Muito bem organizado. Gostei muito da dinâmica, estimula a observação e atenção aos detalhes mais a dentro da química.

Aluno 12: Essa exposição já foi bastante criativa e motivadora, fez a gente perceber a química de forma mais poética e ver o quanto é necessário enxergar o mundo com uma visão mais química.

Vale ressaltar a anotação de outro aluno que aponta a importância deste tipo de exposição, que sublinha ainda mais o papel ativo dos alunos e das atividades que viabilizem suas participações, construindo o conhecimento químico, seja na experimentação, registro de dados, elaboração de modelos para explicar os fenômenos em questão e a problematização dos mesmos:

Aluno 13: Muito enriquecedora e trás um método diferenciado de aprendizagem, pois é extremamente dinâmico e também porque as aulas somente em sala de aula deixam o aprendizado mais monótono.

Outros alunos ainda pontuaram a importância destas ações e manifestaram seus interesses em novas exposições:

Aluno 14: Acho importantíssimo esse tipo de exposição, principalmente voltado para nós (alunos), que nos encontramos através dessas ações. A matéria (química) é incrivelmente interessante e hoje ainda mais.

Aluno 15: Queria ir pra um museu, leva nós professor. Foi ótima, me fez gostar mais de química.

Aluno 16: Gostei muito da exposição ele me possibilitou juntamente com o vídeo um aumento de conhecimento, pois tinha coisas que não sabia e agora depois dele aprendi melhor. Espero que futuramente tenhamos outras exposições como esse.

Aluno 17: Muito instrutivo, facilita a compreensão do campo imaginário, trazendo a realidade as ideias, tornando-as explicáveis. Novas exposições serão muito bem vindas.

Tais resultados coadunam-se aos anteriores e demonstram que a exposição favoreceu experiências de autenticidade as quais, por sua vez, atuam como fator de avaliação dos objetos. Pode-se inferir, deste modo, que as interações estabelecidas com o objeto dependeram fortemente do interesse veiculado por cada objeto (já que não houve mediação verbal oral). Considerando que os objetos, no geral, foram bem avaliados, este se torna um fator relevante para o planejamento de exposições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que boa parte dos estudantes não tenham usado as mesmas terminologias do autor para o poema, verificou-se que após a exposição e interações os termos empregados se aproximaram do significado científico. Dois fatores podem ter contribuído. A exposição permitiu ricas interações entre os participantes, que discutiram entre si, levantaram hipóteses e estabeleceram, em sua maioria, correlações com conhecimentos anteriores, indicando um fator de engajamento (MCCLAFFERTY; RENNIE, 2012). Este fator de engajamento está provavelmente associado à boa percepção e à compreensão dos objetos expositivos, bem como à capacidade de associá-los aos versos do poema. Tal consideração tem por base as avaliações de cada objeto. Os resultados evidenciaram que o objeto com a pior avaliação foi aquele que tiveram maior dificuldade em estabelecer as correspondências. Todavia, as experiências de autenticidade proporcionadas também atuam como fator de avaliação dos objetos. Pode-se inferir, deste modo, que as interações estabelecidas com o objeto dependeram fortemente do interesse veiculado por cada objeto (já que não houve mediação verbal oral). Considerando que os objetos, no geral, foram bem avaliados, este se torna um fator relevante para o planejamento de exposições. Os resultados corroboram com outros estudos que apontam sobre a importância de uma conexão dos visitantes com a exposição (LEINHARDT, CROWLEY, 2001; CARVALHO, 2016). Assim, pode-se afirmar que os objetos produzidos encerraram um potencial significativo e precisam ser pensados cuidadosamente.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.; GUTWILL, J. P. (2004) Designing with multiple interactives: five common pitfalls. **Curator: The Museum Journal**, v. 47, n. 2, p. 199–212, 2004.
- BARRIAULT, C.; PEARSON, D. Assessing exhibits for learning in Science centers: a practical tool. **Visitor Studies**, v. 13, n. 1, p. 90-106, 2010.
- CARLÉTTI, C; MASSARANI, L. Mediadores de centros e museus de ciência: um estudo sobre quem são estes atores-chave na mediação entre a ciência e o público no Brasil. **Journal of Science Communication**, 14(02), (2015).
- CARVALHO, C. **Quando a escola vai ao museu**. Campinas: Papyrus Editora, 2016.
- CHAGAS, I. CHAGAS, I. **Aprendizagem não formal/formal das ciências: relação entre museus de ciências e as escolas**. *Revista de Educação, Lisboa*, v. 3, n. 1, 1993. p. 51-59.
- FALK, J.; DIERKING, L.D. **Lessons Without Limit – how free-choice learning is transforming education**. California: Altamira Press, 2002.
- FRANCISCO JUNIOR, W.E. **Ciência em Verso e Prosa: Acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar)**. São Carlos: Pedro & João, 2018.
- FUHRMANN, N.; PAULO, F. S. **A formação de educadores na educação não formal pública**. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 35, n. 127, p. 551-566, abr.-jun. 2014.
- GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências – Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico**. Doutorado. Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, FE/USP, Brasil. São Paulo. 1993.
- GOHN, M.G. **Educação Não formal e Cultura Política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. São Paulo: Cortez, 1999.
- GUTWILL, J. P.; SINDORF, L. Comparing the visitor experience at immersive and tabletop exhibits. **Curator: The Museum Journal**, v. 58, n. 4, p. 401-422, 2015.
- LEINHARDT, G.; CROWLEY, K. Objects of learning, objects of talk: changing minds in museums. Em: S. G. Paris (Org.) **Multiple Perspectives on Children’s Object-Centered Learning**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2001. p. 301-324.
- MARANDINO et al. **Educação em Museus: A mediação em foco**. 21. ed. São Paulo: GEENF/USP, 2008. 36p.

MARANDINO, M.; MONACO, L. M.; LOURENÇO, M. F.; RODRIGUES, J.; RICCI, F. P. **A Educação em Museus e os Materiais Educativos**. 1. ed. São Paulo: GEENF/USP, 2016. 48p.

MCCLAFFERTY, T. P.; RENNIE, L. J. Look and learn: young children's behaviour at an interactive exhibit. In: DAVIDSSON E.; JAKOBSSON A. (Orgs.) **Understanding interactions at science centers and museums** – Approaching sociocultural perspectives. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2012. p. 129-145.

MCMANUS, P. M. Topics in museums and science education. **Studies in Science Education**, v. 20, n. 1, p. 157-182, 1992.

MEISNER, R.; LEHN VOM, D.; HEAT C.; BURCH, A.; GAMMONS B.; REISMAN, M. (2007) Exhibiting performance: co-participation in science centres and museums. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 12, p. 1531-1555, 2007.

NASCIMENTO, S. S.; VENTURA, P. C. Mutações na construção dos museus de ciências. **Pro-posições**, v. 12, n. 1, p. 126-138, 2001.

PEARCE, Susan. 1992. **Museums, objects and collections**. Washington: Smithsonian Institution Press.

QUADRA, G. R.; D'ÁVILA, S. **Educação não formal: qual a sua importância?** Revista Brasileira de Zootecias 17(2): 22-27. 2016.

ROGERS, A. **Looking again at non-formal and informal education – Towards a new paradigm**, 2004. Disponível em: <http://www.infed.org/biblio/non_formal_paradigm.htm> Acessado em: setembro 2017.

ROVETTA, A.; ROVIDA, E. **Scientific Knowledge Communication in Museums**. Gewerbestrasse, Suíça: Springer, 2018.

TAL, T.; MORAG, O. School visits to Natural History Museums: teaching or enriching? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 5, p. 747-769, 2007.

TAMADA, M. H.; MENDONÇA, M. H. **A exploração de museus como espaços não formais na interface entre ensino de ciências e formação de professores através do PIBID**. In: XII Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. Curitiba, PUCPR, out. 2015.

TRILLA, J. **A pedagogia da felicidade**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

VAN-PRAET, M.; POU CET, B. **Les Musées, Lieux de Contre-Éducation et de Partenariat Avec L'École**. **Education & Pédagogies – dés élèves au musée**, n. 16, 1992.

APÊNDICE

Apêndice A: Questionário de avaliação dos objetos

Questionário de avaliação dos objetos:

1. Qual “objeto da exposição” você mais gostou? Justifique (caso não tenha gostado de nenhum, dê sua opinião).

2. Qual “objeto da exposição” você menos gostou? Justifique.

3. Sobre a afirmação: “Os objetos permitiram aprendizagens sobre os fenômenos”, você:

Concorda totalmente Concorda Não tem certeza Discorda

Discorda totalmente

Descreva aquilo que você aprendeu.

4. Qual dos objetos você acredita que melhor contribuiu para a compreensão do(s) versos do poema? Justifique.

5. Qual dos objetos teve a menor contribuição para o entendimento do(s) versos do poema? Justifique.

6. Você teve dificuldade de entender as orientações dos experimentos? Se sim, quais.

Apêndice B: Questionário de avaliação da exposição

Questionário de avaliação da exposição:

1. Sobre a afirmação: “O vídeo permitiu novas aprendizagens sobre os fenômenos”, você:

() Concorda totalmente () Concorda () Não tem certeza () Discorda ()
Discorda totalmente

Descreva aquilo que você aprendeu com o vídeo.

2. Qual das estações (incluindo agora o vídeo) você mais gostou? Justifique.
(responda somente caso sua avaliação tenha se modificado).

3. Qual das estações (incluindo agora o vídeo) você menos gostou? Justifique.
(responda somente caso sua avaliação tenha se modificado).

4. Qual das estações (incluindo agora o vídeo) você acredita que melhor contribuiu
para sua compreensão do(s) versos do poema? Justifique. (responda somente caso
sua avaliação tenha se modificado)

5. Qual das estações (incluindo agora o vídeo) teve a menor contribuição para o
entendimento do(s) verso(s) do poema? Justifique. (responda somente caso sua
avaliação tenha se modificado)

6. Com relação a exposição, você se considera:

() Muito satisfeito () Satisfeito () Indiferente () Insatisfeito () Muito
insatisfeito

7. Atribua uma nota de zero a dez para a exposição: _____.

8. Atribua uma nota, de zero a dez, para cada estação.

Estação 1 (combustão): _____.

Estação 2 (ressonância): _____.

Estação 3 (oxidação): _____.

Estação 4 (colapso do elétron): _____.

Estação 5 (vídeo): _____.

9. Deixe um comentário sobre essa exposição.

PRODUTO EDUCACIONAL

Prezado (a) colega professor (a), com um enorme prazer, apresentamos o produto educacional da minha dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, sob a orientação do professor Wilmo Ernesto Francisco Junior, com o objetivo de sugerir, a vocês, professores (as) em especial os de Química da educação básica, uma alternativa de abordagem no ensino de conteúdos de atomística, reações de combustão e oxirredução e ressonância em moléculas, buscando um aprendizado significativo.

O que é?

Trata-se de uma exposição com quatro estações e seus objetos educativos que tomaram como base uma poesia sobre conteúdos de química que será apresentada para leitura. Em seguida serão feitos quatro procedimentos que supostamente servirão para a compreensão desta poesia, com posterior preenchimento de questionários. Ao final será apresentado um vídeo como mais uma estação da exposição.

Objetivo

Aproximar o público de conceitos e reações químicas de uma maneira empírica, associando-se as experiências vividas com a poesia e a “magia” da química.

Público alvo

Alunos do segundo período do curso de Licenciatura da UFAL de Arapiraca.

Motivação

Trabalhar diferentes dimensões de aprendizado, associando-se duas áreas de conhecimento aparentemente incomunicáveis como a química e as artes. A abordagem dos trabalhos buscou contemplar aspectos das reações químicas de combustão, oxidação do ferro, assim como o conceito de ressonância na molécula do

ozônio, e ainda, a compreensão das inconsistências do modelo atômico de Rutherford.

Desafios de produção geral

Conceber materiais que articulassem os conceitos e reações e promovessem a compreensão da poesia do autor.

Criando os Materiais

Apresentam-se aqui algumas possibilidades de produção de materiais com intuito de revelar as informações sobre seu processo de criação assim como os desafios enfrentados nesta criação.

A elaboração de materiais dos artefatos pedagógicos tem a intenção de divulgar, ensinar conteúdos, entreter e promover acesso ao conhecimento pelos visitantes da exposição.

Etapas de produção

1º artefato

O primeiro artefato corresponde a um pedaço de algodão embebido em etanol a ser aceso dentro de um recipiente (prato de vidro temperado). Acende-se o pedaço de algodão embebido com álcool e coloca-se o béquer conforme a ilustração abaixo, e observa-se que a combustão cessa após alguns segundos, além de haver formação de vapor de água que se condensa nas paredes do referido béquer.

Estação 1 da Combustão



Fonte: autor

Desafios de produção

O desafio aqui na realidade é a preocupação que se deve ter ao lidar com etanol anidro, uma vez que sua combustão representa perigo. Sempre se colocava o algodão já previamente encharcado de etanol e para inflamá-lo utilizava-se um palito longo de churrasco a ser aceso na vela dentro do castiçal. A utilização de etanol a 45% em volume não tem um efeito muito visível.

A mesa da “estação 1” possuía também um *banner* que ilustrava o fragmento do poema a qual se referia:

Estação 1 da Combustão

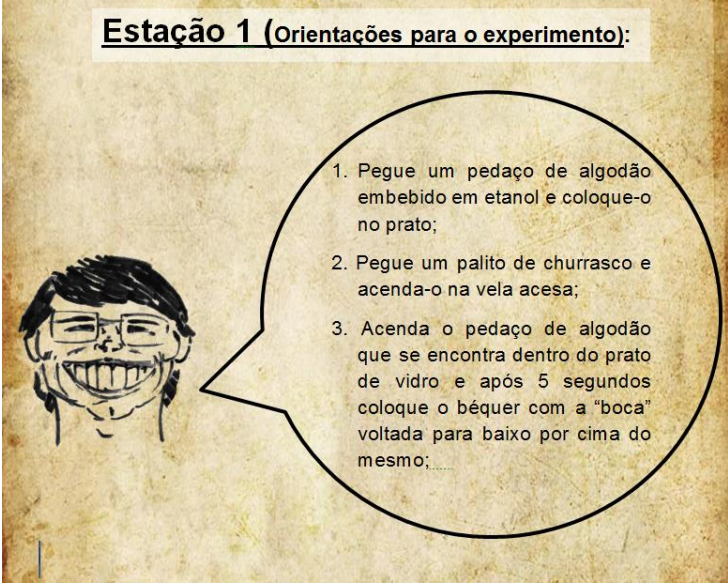


Fonte: autor

O roteiro disponibilizado para a execução deste experimento segue logo abaixo:

Roteiro disponibilizado na estação 1

Estação 1 (Orientações para o experimento):



1. Pegue um pedaço de algodão embebido em etanol e coloque-o no prato;
2. Pegue um palito de churrasco e acenda-o na vela acesa;
3. Acenda o pedaço de algodão que se encontra dentro do prato de vidro e após 5 segundos coloque o béquer com a "boca" voltada para baixo por cima do mesmo;.....

Fonte: autor

Especificamente no tocante a complementação do poema nesta estação, o que se pediu foi que se completassem duas estrofes relacionadas às reações químicas de combustão e glicólise:

Figura 04 – Fragmento do poema “químico apaixonado” (dois primeiros versos)

Sua presença é " $C_2H_5OH_{(l)} + 3 O_{2(g)} \rightarrow 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(g)}$ " (_____) de sentimento

É explosão de " $C_6H_{12}O_6_{(aq)} + 6 O_{2(g)} \rightarrow 6 CO_{2(g)} + 6 H_2O_{(l)} + ATP$ " (_____)

Fonte: Adaptado, FRANCISCO JUNIOR, W.E. (2018)

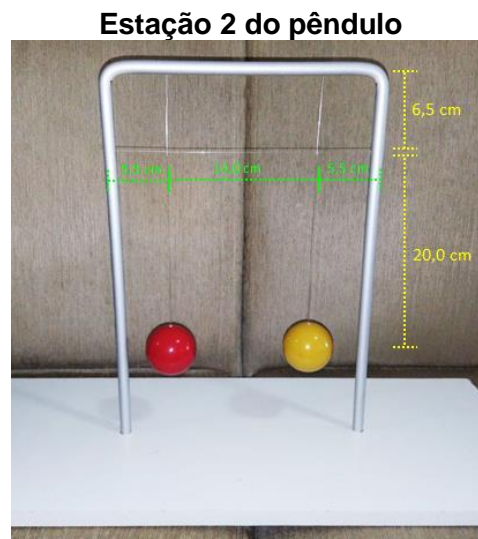
O primeiro verso do poema trata de reação de combustão completa do etanol embebido num pedaço de algodão, que produz água e dióxido de carbono com liberação de energia, energia esta empregada em vários processos ao longo da história da humanidade, desde os tempos mais remotos. Assim, a presença da pessoa amada é combustão de sentimento, ou ainda, fogo de uma paixão.

Quando estamos apaixonados e nos aproximamos pelas primeiras vezes da pessoa amada experimentamos sensações originadas no organismo por essas reações. O suor nas mãos e os calafrios são resultantes dessa explosão de energia, liberada pela respiração ofegante, acelerada pela adrenalina e mal controlada. O batimento acelerado do coração eleva a produção de energia e a sensação térmica de calor toma o corpo.p.45.(FRANCISCO JUNIOR, W.E.,2018, p.45)

No segundo verso, temos a geração de energia que ocorre nas mitocôndrias celulares, conhecido como glicólise, ou de forma mais ampla, respiração. De uma forma simplificada pode ser representada por uma equação química onde o termo “ATP” é a adenosina trifosfato, ou ainda, trifosfato de adenosina, que em si não é energia, mas que uma vez quebrado por hidrólise libera significativa energia. Assim, temos uma explosão de energia quando nos deparamos nas primeiras vezes com a pessoa amada, pois o suor nas mãos e os calafrios são resultantes de várias dessas reações.

2º artefato

Este material será um pêndulo conforme a figura abaixo:



Fonte: autor

Este pêndulo foi confeccionado utilizando-se duas bolas de sinuca de resina com diâmetro de 5 cm cada, que foram previamente perfuradas e amarradas com um

fio de *nylon* para que fossem penduradas numa haste de alumínio de comprimento de 100 cm e diâmetro de 1 cm. Utilizou-se uma placa de “mdp” de dimensão de 25 cm x 60 cm e espessura de 1,5 cm, previamente perfurada com o diâmetro da haste de alumínio para fixação de todo conjunto.

Desafios de produção

O desafio maior aqui foi dobrar a haste de alumínio com uma morsa, evitando-se que o alumínio tivesse ruptura por fadiga, uma vez que não resiste a várias operações de dobra. Assim ao confeccionar a haste de alumínio em forma de “trave de futebol”, todas as dobras devem ser feitas numa única operação sob pena de haver ruptura da haste. A perfuração das bolas de sinuca também requer certo cuidado e se possível deve ser feita com furadeira de mesa para que fique bem feita. A amarração do *nylon* longitudinalmente aos 25 cm do alumínio ofereceu maior estabilidade na oscilação das bolas no sentido de que evitou eventuais choques com as barras verticais da “trave”.

A mesa da “estação 2”, como todas as estações, possuía também um *banner* que ilustrava o fragmento do poema a qual se referia:

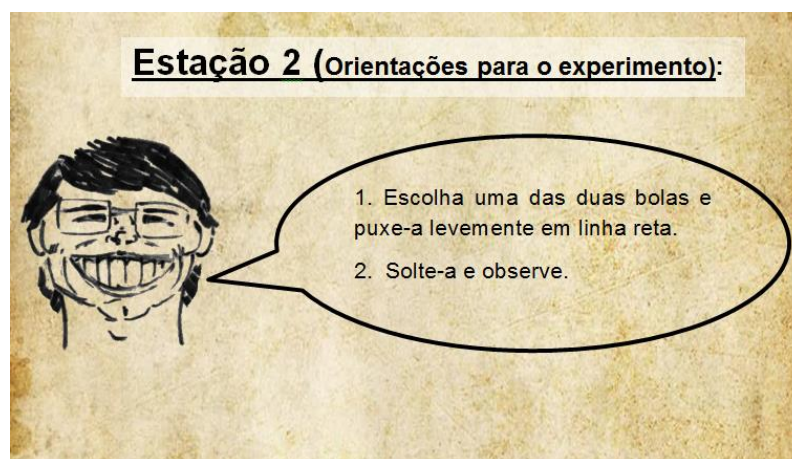
Estação 2 do Pêndulo



Fonte: autor

Nessa estação da exposição os alunos tinham a disposição em cima da mesa o seguinte roteiro:

Roteiro disponibilizado na estação 2

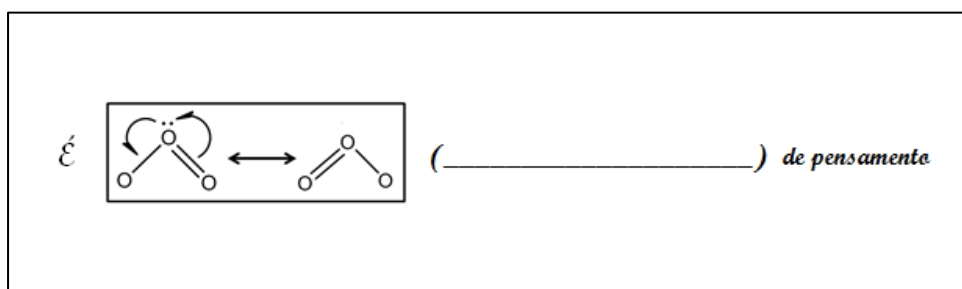


Fonte: autor

Após executado o roteiro do experimento, o verso a ser completado do poema era

:

Fragmento do poema “químico apaixonado” (terceiro verso)



Fonte: Adaptado, FRANCISCO JUNIOR, W.E. (2018)

O terceiro verso em questão do poema trata da ressonância, uma palavra polissêmica, ou seja, palavra de muitos significados e que traz muitas dúvidas na ciência e na química. É utilizada na física nas ondas sonoras, mas no poema tem o significado de se referir as estruturas químicas híbridas, ou seja, estruturas moleculares que representam a mesma molécula. Tal fato viria da deslocalização dos elétrons “ π ” situados em eixos paralelos, ou, de uma maneira mais simples, a mudança de posição dos elétrons contínua ensejaria estruturas equivalentes e

estáveis. Assim tanto o benzeno como o ozônio apresentado no poema apresentariam estas estruturas intercambiáveis.

Se suas ideias entram em ressonância com o seu ou a sua companheiro/a, é hora da sinergia. Hora do olho no olho. A hora do beijo. A hora de algo a mais que um beijo. A hora da decisão de viverem juntos, de juntar as escovas de dentes, de terem filhos. De tal forma, o leitor pode escolher se casais apaixonados são híbridos de ressonância, em que ressoam ideias, pensamentos, ou se configuram a interconversão de similaridades que engendram algo que não é nem um nem outro.(FRANCISCO JUNIOR, W.E.,2018, p.52)

3º artefato

A “estação 3” da oxidação, tratava de uma reação de oxidação a ser executada pelos alunos de uma maneira mais rápida com auxílio de alguns reagentes que vão acelerar a velocidade desta reação⁶, no caso uma solução 2:1 de água sanitária e ácido acético⁷.

Estação 3 da oxidação



Fonte: autor

⁶ A função do ácido acético é retirar as camadas de óxidos depositados na esponja de aços e a da água sanitária é reagir com o ferro da esponja formando mais rápido o óxido de ferro III.

⁷ Todos os detalhes do experimento foram filmados e publicados no *youtube* em <https://youtu.be/dzMj4nlaL-o>

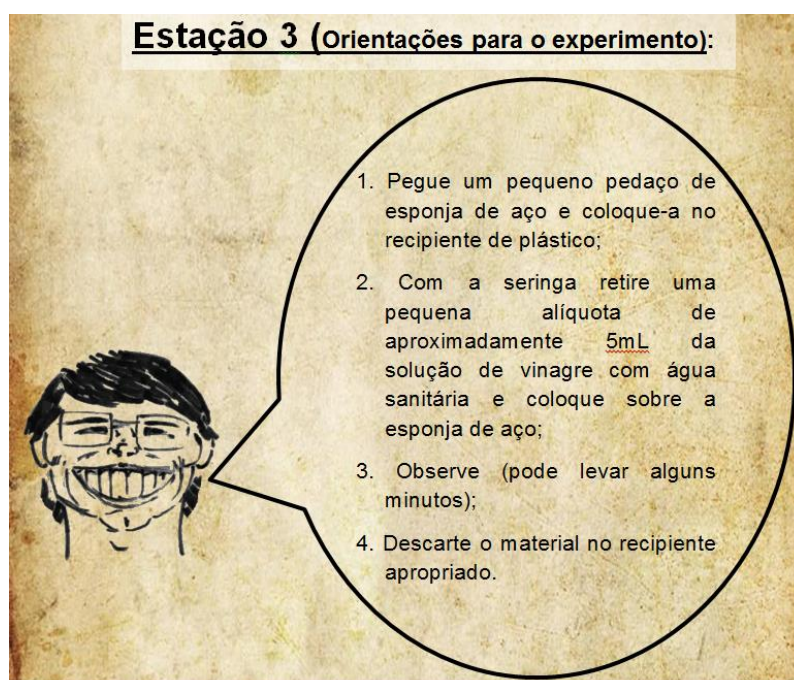
Desafios de produção

O desafio neste experimento foi encontrar uma solução com a melhor proporção que acelerasse a oxidação da palha de aço. Como eram vários alunos a realizar o experimento, o mesmo não deveria durar muito tempo (cerca de dois minutos) e o material deveria ser descartado depois o que demandava uma reposição imediata para recomeçar a experiência.

Nessa estação da exposição os alunos deveriam ler o roteiro abaixo:

Roteiro disponibilizado na estação 3

Estação 3 (Orientações para o experimento):



1. Pegue um pequeno pedaço de esponja de aço e coloque-a no recipiente de plástico;
2. Com a seringa retire uma pequena alíquota de aproximadamente 5mL da solução de vinagre com água sanitária e coloque sobre a esponja de aço;
3. Observe (pode levar alguns minutos);
4. Descarte o material no recipiente apropriado.

Fonte: autor

Após realizados os procedimentos do roteiro os alunos deveriam completar o verso:

Fragmento do poema “químico apaixonado” (quinto verso)

Sua ausência, meu desalento

“4 Fe_(s) + 3 O_{2(g)} → 2 Fe₂O_{3(s)}” (_____) a meu ser

Fonte: Adaptado, FRANCISCO JUNIOR, W.E. (2018)

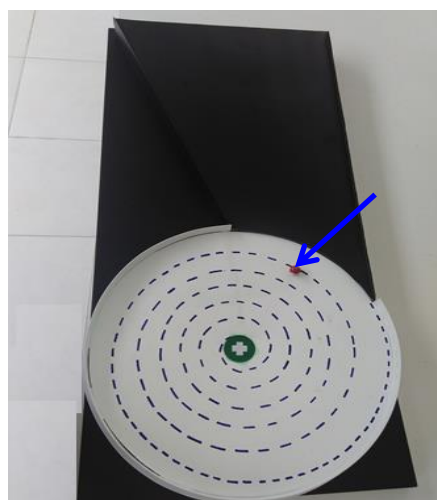
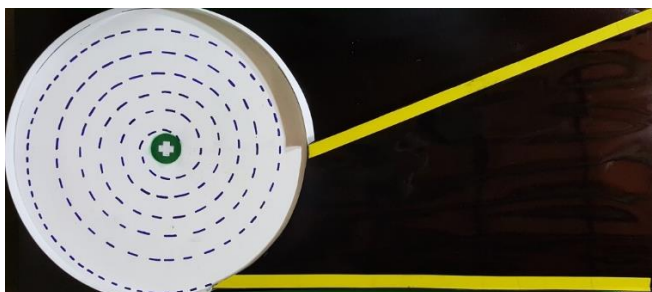
O quinto verso trata da oxidação do ferro, o chamado “câncer dos metais”. Na presença de ar (que contém cerca de 20% de oxigênio gasoso) e água, esta oxidação é facilmente observada, seja numa esponja de aço colocada em cima de uma pia, num portão de ferro que não está adequadamente protegido das intempéries, nas latarias de automóveis, nas pontes com estruturas de ferro, nota-se a coloração marrom alaranjada ou avermelhada característica desta reação de oxidorredução, produto de nome óxido férrico ou óxido de ferro III.

Para além da reflexão químico-metafísica-metafórica, entretanto, o que de fato sabemos é que se não houver ressonância entre duas pessoas, ou seja, se uma paixão não é correspondida, se a saudade da pessoa amada for inexorável, se reminiscências de sentimentos persistem, há um desalento, que corrói, enferruja, oxida ($4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$) o impertérito ser. Metaforicamente emocionalmente. (FRANCISCO JUNIOR, W.E.,2018, p.53).

4º artefato

O quarto artefato foi o concebido conforme as ilustrações abaixo:

Estação 4 do colapso do elétron



Esfera de ferro

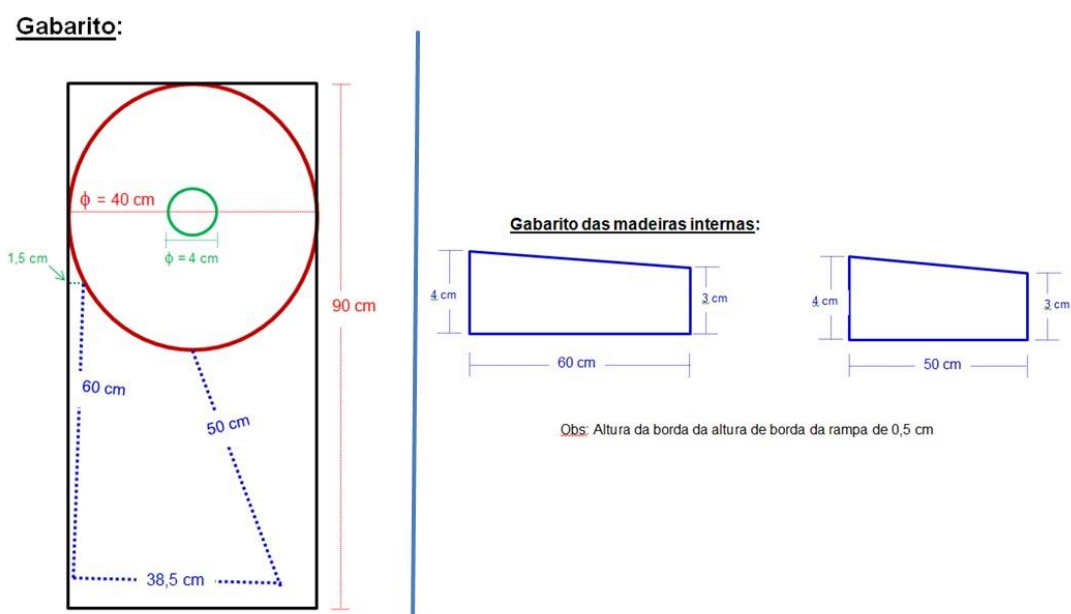
Fonte: autor

Numa placa de “mdf” de 30 cm x 60 cm e espessura de 1,5 cm, colocou-se um círculo de alumínio com inclinação quase imperceptível. Na realidade este círculo de alumínio de diâmetro de 40 cm foi cortado no sentido de seu raio e colado com “durepóxi” formando um cone de inclinação mínima. No centro do cone, por baixo da placa de madeira, fixou-se um ímã potente de neodímio que servirá para atrair as esferas de metal para o centro do dispositivo. Com a inclinação do cone não há como as esferas ficarem longe do núcleo e não serem atraídas para o ímã de neodímio. A rampa de acesso ao “raio do átomo” foi construída também com o alumínio e apoios de madeira previamente cortados e colados com cola “super bonder” na base de “mdf”.

Desafios de produção

O desafio maior aqui foi dobrar e cortar a chapa de alumínio e colar a mesma com “durepóxi”, mantendo uma inclinação mínima e quase imperceptível. Vários ensaios foram realizados no intuito de se medir a melhor abertura no raio do “átomo” e também a melhor inclinação no cone de alumínio. Todos detalhes e gabarito desta montagem são mostrados na figura abaixo:

Gabarito da Estação 4 do colapso do elétron



Fonte: autor

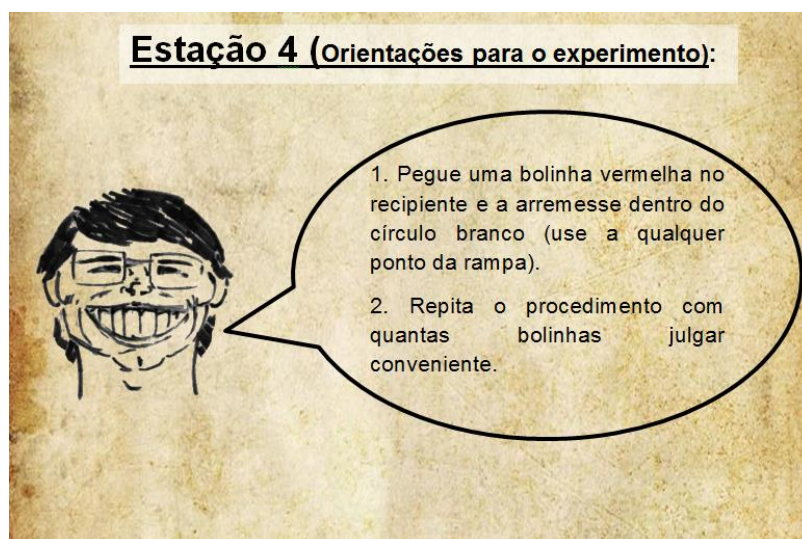
Estação 4 do Colapso do elétron



Fonte: autor

Nessa estação da exposição os alunos tinham o seguinte roteiro:

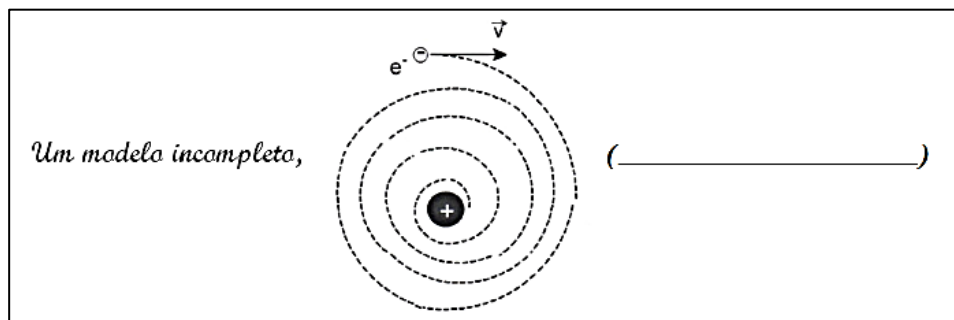
Figura 16 - Roteiro disponibilizado na estação 4



Fonte: autor

O sexto verso do poema que deveria ser completado está representado na figura abaixo:

Fragmento do poema “químico apaixonado” (sexto verso)



Fonte: Adaptado, FRANCISCO JUNIOR, W.E. (2018)

Assim, se nos tornarmos corroídos e oxidados somos levados ao verso seis do poema de Wilmo, ficamos incompletos, tal qual o modelo de Rutherford, que a partir de experimentos de Geiger e Ernest Marsden concebem o átomo nuclear, implicitamente análogo com o sistema planetário no tocante as órbitas e forças atrativas do núcleo perante a eletrosfera. Tal incompletude diz respeito a chamada “espiral da morte” ou colapso do elétron, onde o elétron por ser uma partícula eletrizada deveria segundo a física clássica após certo tempo perder sua quantidade de movimento e “cair” no núcleo atômico atraído por este último. Este problema foi resolvido parcialmente com a ideia de quantização do momento angular dos elétrons, levando a Niels Bohr a assumir que a absorção e emissão de energia em um átomo ocorreriam de forma quantizada e não contínua.

Metaforicamente, quando o químico se apaixona os sentimentos deixam de ser estacionários e passam a ser quantizados. A paixão correspondida de um lado ou a rejeição de outro provocam transições energéticas para níveis mais excitados e menos excitados. A variação é instantânea e o humor sofre abruptas alterações, saltando de níveis estacionários para níveis elevados, em excitação, ou decaindo rapidamente, em depressão. Não há meio termo sem a presença da pessoa amada. Logo, é possível entrar em colapso, de saudade, de tristeza, de depressão. Quem já experimentou o trauma do fim de um relacionamento ou a perda de uma pessoa amada reconhece as dificuldades enfrentadas nos primeiros dias, que pode perdurar por semanas, meses e anos em casos mais graves. (FRANCISCO JUNIOR, W.E.,2018, p.55).

Todos os objetos foram detalhados em vídeos explicativos, tanto na sua execução como na construção dos mesmos:

<https://youtu.be/KlhfmT6lQK0> (Combustão)

https://youtu.be/WrITbl_I0G4 (Pêndulo)

<https://youtu.be/dzMj4nlaL-o> (Oxidação do ferro)

<https://youtu.be/2RM6GGG9kWQ> (Gerador de colapso do elétron)

<https://www.youtube.com/watch?v=NqLdQOwddRg> (Poesia do “químico apaixonado”)

Estação do vídeo

Nessa estação da exposição os alunos puderam assistir a um vídeo publicado no *youtube*, vídeo este que procurou dirimir eventuais dúvidas ainda existentes nas visitas das estações anteriores. Procurou-se apresentar primeiramente o poema, apenas colocando os versos lentamente com as simbologias e palavras retratadas pelo autor. Logo em seguida, apresenta-se cada objeto da exposição que foi confeccionado, estabelecendo uma ligação com os versos do poema, uma possível interpretação e significado dos mesmos. Finalizando, apresentam-se as relações dos aspectos químicos de cada estação com a poesia e possíveis significados..

O vídeo foi produzido utilizando-se o programa Pinnacle Studio 15.0.07593, tendo roteiro, produção e edição de Márcio José de Moraes Lopes, fotografias e imagens retiradas do site <https://unsplash.com/photos>. As músicas utilizadas foram: 01 - A Legend's Glory ; 02 - Majestic Horizon; 03 - Dream in Colors e arranjo final "Nighttime Lullaby cricket song"