



Cientistas

PARA

CRIANÇAS

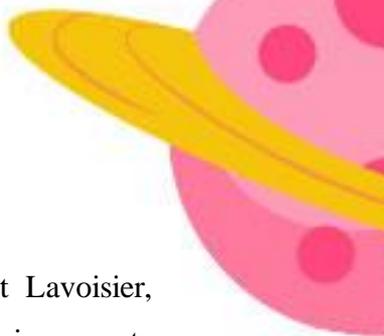
$E=mc^2$



Lucas Guimarães

Cientistas Papéis CRIANÇAS

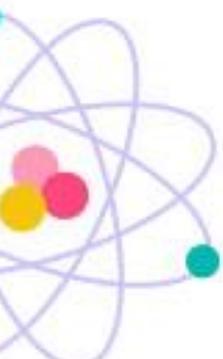
Ao meu filho, Antônio Frauches Guimarães, a sua vida ressignificar a minha vida. Você me fez pensar em democratizar a ciência começando pelas crianças.



AGRADECIMENTOS

Preciso iniciar meus agradecimentos ao cientista Antoine Laurent Lavoisier, inspiração do meu primeiro livro: Lavoisier na sala de aula. Que sucesso! Foi um ponto de virada na minha carreira e eu vi que podia ser mais. Sim, aquele "ser mais" que Paulo Freire tanto falava.

Agradeço à minha família, que sempre me apoiou na loucura que é trabalhar e fazer uma Pós-Graduação sem nenhum tipo de apoio financeiro, ocasionando enorme sobrecarga e se não fosse dividida com minha esposa e meus pais, eu não suportaria chegar até aqui. Não é necessário romantizar esse momento, foi muito difícil, e por isso, preciso dizer que só foi com colaboração e amor que consegui.



À minha orientadora Denise Leal de Castro, gostaria de agradecer todo o apoio e carinho nessa caminhada desde o mestrado. A sua competência e sua dedicação foram importantes para me fazer continuar no mesmo programa de Pós-Graduação e não ir para outra instituição, e sem dúvida, posso dizer que valeu a pena.

Agradeço à professora Sheila Pressentin Cardoso, por ter aceitado continuar comigo no processo formativo desde o mestrado. O seu acompanhamento o seu olhar me faz dizer que fui formado por uma grande pesquisadora. Objetiva e coerente são duas características que levo com seu cuidado e carinho na minha formação.

Agradeço ao professor Cristiano Moura por todos os ensinamentos. Você é uma inspiração, uma meta para eu alcançar. Saiba que suas aulas de Natureza da Ciência e o seu dossiê temático no Caderno Brasileiro de Física muito me inspiraram para este livro.

Que este livro empodere as professoras e engaje as crianças nessa cidadania ativa, tirando os cientistas das torres de marfim para ampliar o diálogo com a sociedade.

À professora Valéria Vieira, minha professora da graduação que eu tive o prazer de reencontrar na Pós-Graduação. Muito obrigado por me mostrar a área de pesquisa de Ensino, enquanto era minha professora de Genética. Desde o primeiro ano da faculdade quis percorrer os seus passos formativos.



Agradeço ao Colégio Espaço Verde por ter me dado a oportunidade do desenvolvimento do Clube de Ciências e possibilitar meu primeiro contato com os anos iniciais do Ensino Fundamental, o que muito me auxiliou para o desenvolvimento deste livro.

Cientistas
para
CRIANÇAS

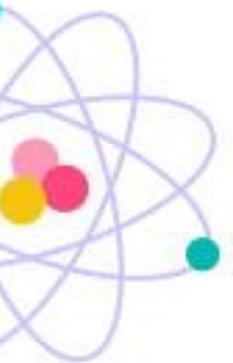




Agradeço à minha coordenadora pedagógica Cecília Coli e às professoras dos anos iniciais pelo acolhimento, pela reflexão e pela colaboração. Aprendi muito! Obrigado pela paciência e pelo crescimento que me proporcionaram.

À diretora da Escola Municipal Dr. Elvino Alves Ferreira, Valéria Gonçalves, muito obrigado por todo apoio e cuidado, foi demais perceber a sua gestão democrática e a colaboração que você fomenta entre as professoras dos anos iniciais.

Agradeço à Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa, aprendi muito com a Rede Municipal de Ensino, pois a confiança que tiveram em meu trabalho me fez crescer muito profissionalmente.



Cientistas
para
CRIANÇAS

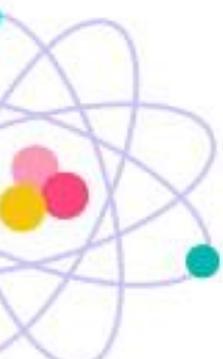




PREFÁCIO

Começo este prefácio localizando o leitor no momento histórico em que esse livro foi produzido. A construção se inicia em 2020 e é finalizada 2022, período no qual vivemos e pandemia da COVID-19 da sigla em inglês “Corona Virus Disease”, que isolou as pessoas em suas casas, fechou as escolas, entre outros locais de convivência social, causou milhares de morte no Brasil e no mundo, e demandou a mudança de muitos hábitos de higiene e de comportamento coletivo.

A partir da pandemia, vivenciamos o fenômeno do negacionismo e do movimento antivacina, antes pouco valorizado e até mesmo nem visualizado pelos cientistas em geral. Surpreendentemente, esse fenômeno atingiu todas as classes sociais, de diversas formações, inclusive da área da saúde.



Entre outras questões, esse momento histórico nos fez refletir sobre a importância do ensino de ciências, da valorização do trabalho dos cientistas e do sistema único de saúde. Essas reflexões reforçam a grande relevância desse material, que passo a apresentar agora.

O livro levanta uma questão que é fundamental para todo o desenrolar teórico, “Por que cientistas para crianças?”, e leva o leitor a refletir sobre a capacidade dos alunos dos anos iniciais e da educação infantil, em levantar hipóteses e se apropriar da concretude dos experimentos científicos propostos.

Segue destacando a importância da busca do desenvolvimento profissional docente de forma constante, mas não na forma tradicional dos cursos de capacitação, mas sim colocando o professor como protagonista e sujeito do seu aperfeiçoamento.

Traz a sensibilização sobre a importância do papel da reflexão na prática pedagógica docente, proporcionando um processo reflexivo no contexto educacional.

A história da ciência será colocada como contribuição para o Ensino de Ciências de diversas maneiras. Levando o professor a refletir e reelaborar a sua postura epistemológica diante dos conhecimentos científicos, através de fundamentos teóricos sólidos para a didática do ensino de ciências. Reconhecendo a importância do papel do entendimento do momento histórico em que aquele conhecimento científico foi desenvolvido, para a formação do professor de ciências.



A partir daí seguem as propostas para a construção de estratégias didáticas em sala de aula. Ao todo 5 propostas que podem ser desenvolvidas nas turmas da educação básica de acordo com os interesses dos alunos, os temas transversais trabalhados ou o nível de amadurecimento cognitivo da turma. As propostas podem ser trabalhadas separadamente, em diferentes séries, de acordo com a avaliação do professor.

A primeira proposta aborda a importância da Fundação Instituto Oswaldo Cruz, como centro de pesquisa, ensino e popularização da ciência. O tema: “Criação da FIOCRUZ no Brasil”, proporciona ao aluno o conhecimento do contexto em que o instituto foi criado e sua função no combate as doenças da época e das atuais.

A segunda proposta traz a história envolvida na criação do processo conhecido como “banho maria”, relaciona esses conhecimentos com atividades do cotidiano e destaca o papel da mulher no desenvolvimento do conhecimento científico ao longo do tempo.

A terceira proposta com o tema “Arco íris e Isaac Newton”, apresenta a possibilidade do entendimento de conhecimentos como a decomposição da luz branca, além de mostrar as múltiplas faces de um cientista, além do seu trabalho de pesquisador.

A quarta proposta, como tema: “Calcinação de metais” tem como objetivo testar e relatar transformações nos materiais do dia a dia quando expostos a diferentes condições (aquecimento, resfriamento, luz e umidade).

E por último, mas não menos importante, a quinta proposta aborda o tema “Telescópio de Newton”, e propõem o entendimento da construção de dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas), além de discutir usos sociais desses dispositivos.

Todas as propostas contemplam as habilidades da Base Nacional Comum Curricular, indicadas no início de cada uma delas.

Na sequência são apresentadas outras habilidades da BNCC que podem ser utilizadas no contexto de incorporação da História da Ciência no Ensino, e que podem ser usadas pelo professor.

Este livro traz ainda textos de apoio e para saber mais sobre a História da Ciência, colocados como apêndices.



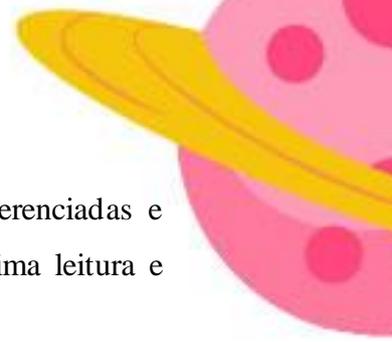
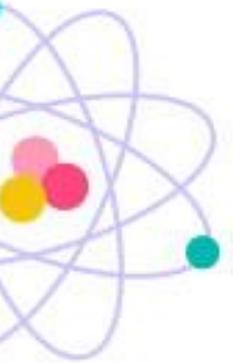
Cientistas
para
CRIANÇAS





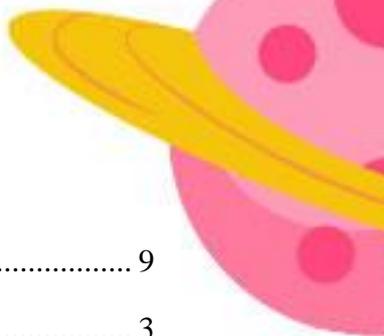
Agora é ler, se inspirar e colocar em prática as atividades diferenciadas e estimulantes colocadas aqui como propostas. Espero que tenham uma ótima leitura e excelentes aplicações das atividades.

Professora Denise Leal de Castro



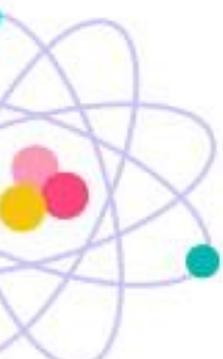
Cientistas
para
CRIANÇAS

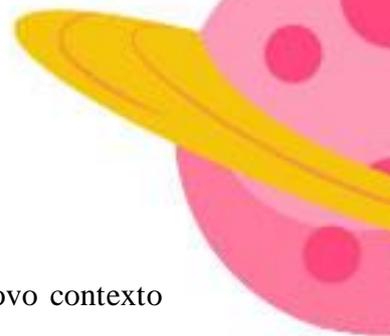




Sumário

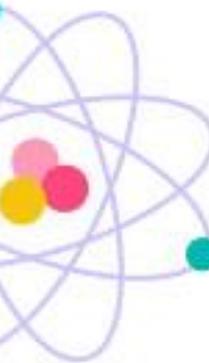
Lista de figuras	9
POR QUE CIENTISTA PARA CRIANÇAS?.....	3
DOCÊNCIA NOS ANOS INICIAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	12
BUSQUE O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE	16
O PROCESSO REFLEXIVO NO CONTEXTO EDUCACIONAL: CONCEITOS E CRÍTICAS.....	21
HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA ENSINAR SOBRE CIÊNCIAS.....	26
A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA A SALA DE AULA.....	29
A CONSTRUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS.....	32
ESTRATÉGIA DIDÁTICA 1: FIOCRUZ – UMA GRANDE INSTITUIÇÃO PARA PRESERVAR A NOSSA SAÚDE.....	38
ESTRATÉGIA DIDÁTICA 2: BANHO MARIA – UMA AULA DE CIÊNCIAS NA COZINHA	46
ESTRATÉGIA DIDÁTICA 3: ARCO-ÍRIS E NEWTON	51
ESTRATÉGIA DIDÁTICA 4: LAVOISIER E A CALCINAÇÃO DE METAIS..	60
ESTRATÉGIA DIDÁTICA 5: O TELESCÓPIO COMO RECURSO PARA DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA.....	66
FAÇA VOCÊ MESMO	72
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICE	83





Lista de figuras

Figura 1: Caminho percorrido no grupo colaborativo para adaptação ao novo contexto	32
Figura 2: Organização da sigla da BNCC.....	33
Figura 3: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre a importância da FIOCRUZ	34
Figura 4: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Banho Maria.....	35
Figura 5: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Arco íris e Newton.....	36
Figura 6: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Calcinação de metais	37
Figura 7: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Telescópio de Newton	38
Figura 8: Imagem feita pela TURMA DA MÔNICA com o objetivo de prevenir o coronavírus	39
Figura 9: Imagem do vídeo da música a ser exibido no segundo momento da estratégia didática.....	40
Figura 10: Imagem do vídeo sugerido para mostrar às crianças, após diálogo com o Cascão.....	41
Figura 11: As máscaras em diversas pandemias ao longo da história	42
Figura 12: Imagem da FIOCRUZ.....	43
Figura 13: Imagem sugerida para identificar a alquimista Maria, a hebreia	47
Figura 14: Artefato histórico para realização do banho maria	48
Figura 15: Trecho do vídeo sugerido para despertar curiosidade e imaginação pelo fenômeno do arco-íris	51
Figura 16: Imagem exemplificando a refração.....	55
Figura 17: Resultado do experimento proposto para a reprodução do arco-íris	56
Figura 18: microscópio feito de materiais recicláveis	67
Figura 19: luneta feita de materiais recicláveis	68



POR QUE CIENTISTA PARA CRIANÇAS?

É comum muitas vezes pensarmos que as crianças são o “futuro” da nossa sociedade. Contudo, devemos mudar a nossa ótica e promover o protagonismo para as crianças hoje, encarando a sua inocência, a sua subjetividade, o seu comprometimento e a sua sinceridade com o mundo ao qual pertencem. Por isso, o livro “Cientista para crianças” é um grande passo rumo à democratização da ciência, especialmente na infância, tendo em vista que as crianças devem ser inseridas no processo de construção do conhecimento científico como parte integrante da sociedade.

Nessa mesma perspectiva, o italiano Francesco Tonucci, grande pensador da infância, defende em entrevista¹, que a cidade deve ser para as crianças, tendo em vista que quando a cidade for para o mais novo, ela será para todos. Ou seja, é necessário pensar na criança como grande protagonista social, desde a estrutura do ambiente no qual ela está inserida, o que influencia em todos os seus contextos de aprendizagem.

Parafraseando o autor, podemos dizer que, quando a ciência for para o mais novo, ela será para todos. Crianças são seres com curiosidade inata, e, por meio de observações, podemos percebê-las interessadas tanto pela experimentação, como pelos avanços da ciência, assim como pelas inúmeras descobertas constantes na nossa sociedade, como a de um novo fóssil de dinossauro ou até mesmo de um inédito meteoro descoberto.

Quando pensamos a infância em relação à trajetória escolar, observamos, na maior parte das vezes, a área de Ciências da Natureza sendo colocada em segundo plano quando a comparamos com o trabalho realizado em Matemática e em Língua Portuguesa, o qual é muitas vezes justificado pelos exames externos (GUALBERTO; ALMEIDA, 2009).

Ademais, ao olharmos para o currículo acadêmico do professor regente de turma dessa faixa etária, percebemos que, na sua formação inicial, há uma maior ênfase na Língua Portuguesa e na Matemática. Além disso, esses docentes se sentem inseguros para ministrar aulas de uma área de conhecimento como Ciências da Natureza, por não se acharem especialistas nesse assunto (BERTAGNA-ROCHA, 2013).

¹ Disponível em: <https://educacaoeterritorio.org.br/reportagens/francesco-tonucci-a-crianca-como-paradigma-de-uma-cidade-para-todos/> Acesso em 10 de novembro de 2021

Isso acontece frequentemente, por termos o Ensino de Ciências com aspectos conceituais no centro do processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica. Desse modo, as demandas desses conceitos não são compatíveis com a formação docente, e o professor acaba necessitando, assim, de formação continuada e de adaptações no modo de ensinar ciências, principalmente nos anos iniciais, fase em que os alunos possuem uma trajetória escolar para seguir (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Por isso, destacamos o trabalho da História da Ciência incorporada ao ensino nos anos iniciais, uma vez que pode proporcionar um ambiente mais favorável para a construção do conhecimento científico para as crianças, tendo em vista que elas podem perceber a ciência como uma construção humana e coletiva (MARQUES, 2010).

Sendo assim, o livro Cientista para Crianças é dedicado para ser um recurso aos professores dos anos iniciais e se apresenta como uma possibilidade para o Ensino de Ciências, com estratégias didáticas que possibilitam ao docente uma inserção no saber sobre Ciências, de modo que os conceitos são adquiridos no percurso escolar, tornando-se mais complexos de acordo com que o docente se torna especialista.

Desse modo, este livro não tem como objetivo produzir “mini cientistas”, mas seu principal foco, é demonstrar a humanidade que existe na ciência e aproximar as crianças do trabalho do cientista, possibilitando uma cidadania ativa na sociedade.

DOCÊNCIA NOS ANOS INICIAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Nesta seção, o processo de formação do professor dos anos iniciais será problematizado, discutindo-se a atuação docente nas diferentes áreas do conhecimento que estão no currículo dos anos iniciais, sendo a área de Ciências da Natureza o foco deste estudo, já que o curso de Pedagogia, assim como o curso de Formação de Professores do Nível Médio, prevê uma formação polivalente, podendo o profissional formado, atuar na Educação Infantil, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, no Ensino Médio e na Gestão Educacional (BRASIL, 2006).

Apesar desses cursos serem generalistas, há momentos em sua grade curricular de disciplinas específicas das áreas do conhecimento. Mas na maior parte das vezes, o profissional formado sob essa perspectiva, não se sente preparado para trabalhar com os conteúdos de Matemática, Geografia, História, Ciências e outras disciplinas. E essa queixa é presente em muitas falas de docentes dos anos iniciais, durante o dia a dia do cotidiano escolar.

Sendo assim, foi feita uma importante análise por Gualberto e Almeida (2009), destacando que os professores generalistas não têm uma base conceitual importante no ensino de metodologias específicas (Matemática e Ciências, por exemplo), em sua formação básica, ressaltando que apenas 2% a 3% dos conteúdos tratados durante a formação no curso de Pedagogia, são destinados ao ensino dessas disciplinas. Outra consideração importante, refere-se à cobrança em relação ao engajamento de professores(as) no ensino das disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, em razão da compreensão de que a alfabetização dos (as) alunos (as) é potencializada somente nessas áreas (Lima e Maués, 2006; Briccia et al., 2008).

Ademais, a maior parte dos currículos do curso de Pedagogia, apresenta os componentes de área na forma de uma disciplina regular, relacionada ao campo da metodologia de ensino. Bertagna-Rocha (2013), sintetiza algumas críticas apontadas por pesquisas sobre a composição curricular dos cursos de formação de professores dos anos iniciais, entre elas: (i) predominância de uma abordagem mais diretiva para o ensino; (ii) a crença, por parte de professores e estudantes, de que a ciência é uma verdade absoluta e superior às outras formas de conhecimento; (iii) conteúdos dissociados das práticas sociais e vistos como irrelevantes pelos discentes.

As críticas destacadas por essa autora, apontam para práticas que precisam ser ressignificadas, estimulando a discussão sobre os aspectos da formação de educação em ciências nos nossos dias. A contemporaneidade necessita que aconteça a formação de um profissional que compreenda a ciência como uma construção humana e coletiva, estabelecida em uma comunidade com práticas sociais específicas e um campo epistemológico determinado. Nesse sentido, a ciência deixa de ser um conjunto de teorias de verdades absolutas, e essas, assumem um caráter de verdades provisórias, que são validadas em um determinado contexto histórico, econômico, político e social. Além disso, do ponto de vista do ensino, é preciso aproximar a ciência da vida da criança por meio de práticas contextualizadas.

Sabendo que nos anos iniciais as crianças estão em um processo de desenvolvimento de linguagem (oral, descritiva, narrativa, casual), através delas, elas poderiam ser iniciadas na aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes (BERTAGNA-ROCHA, 2013). Portanto, a referida autora ainda afirma que o desenvolvimento de diferentes linguagens pode ser potencializado a partir de conhecimentos científicos, caso o professor incentive o estudante a ler, a escrever, a interpretar, a perguntar, entre outras práticas científicas.

Logo, as possibilidades apontadas por Bertagna-Rocha (2013), permitem ampliar o que seria ensinar Ciências nos anos iniciais, aproximando-se da perspectiva de alfabetização científica assumida por Lorezenti, Delizoicov (2001) e Sasseron, Carvalho (2008). Esses autores são reconhecidos na área, e defendem que a apropriação dos conhecimentos científicos potencializam novas formas de leitura e compreensão do mundo. Isso significa dizer, que as crianças podem atribuir significado às ciências naturais, constituindo assim, um meio para que elas possam ampliar a compreensão sobre o mundo e participar ativamente da sua realidade sociocultural.

Ainda segundo Lorenzetti & Delizoicov (2001, pp. 3 e 4), “(...) a alfabetização científica poderá auxiliar significativamente o processo de aquisição do código escrito, propiciando condições para que os alunos possam ampliar a sua cultura”.

Já Lima, Maéus (2006) apontam, que alguns professores, mesmo com os desafios conceituais que enfrentam, conseguem ensinar Ciências por meio de estratégias que estimulam a criatividade e favorecem a interação e a negociação de significados na sala de aula. Essas ações são fundamentais para a inserção das crianças em práticas genuínas de construção de conhecimento científico. Além disso, os autores apontam a importância

da educação em Ciências para desenvolver habilidades como: observação crítica, exploração, interpretação e comunicação de ideias por parte das crianças. Com essa discussão, o ensino por investigação é reconhecido como uma abordagem didática que requer do professor uma nova postura pedagógica que realmente contribui para que as crianças possam:

(...) conhecer as ciências, reconhecer os modos como as ciências entendem os fenômenos, utilizar esses modos de estruturar ideias e pensamentos para a análise de fenômenos e de situações a eles relacionadas e tomar suas decisões (quaisquer que sejam) considerando tais aportes (Sasseron, 2018, p. 1068).

Portanto, há a necessidade de uma formação continuada que se preocupe com o aprofundamento na área do conhecimento, como na área de Ciências. E, há também, a necessidade de discutir como serão ensinados os conceitos nas diferentes idades, entendendo o quanto é importante que a abordagem resulte em uma educação científica que aponte a Ciência como um empreendimento social e humano.

Assim, se a Ciência é entendida como construção humana, a História da Ciência e sua interface com o ensino, é uma abordagem que pode sugerir várias possibilidades de trabalho, tendo em vista que a respeito das contribuições ao ensino, Matthews (1995, p.165), destaca que a História das Ciências poderia:

humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; tornar as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de Ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

Entende-se, portanto, que nos anos iniciais do Ensino Fundamental, haverá um professor de formação generalista e/ou um pedagogo com pouca ou nenhuma formação na área de Ciências, ou na de História das Ciências. Ser generalista ou especialista não os torna melhores ou piores no trabalho no ensino de Ciências. O que efetivamente fará a diferença, será o modelo de formação oferecida, e a sua disposição para incorporar a História da Ciência no Ensino.

Logo, este trabalho apresenta a sua originalidade quando tenta unir a História da Ciência e o Ensino Fundamental nos anos iniciais, entendendo que ainda existem poucos

trabalhos que abordam essa temática. Assim, é somado com este livro, a pesquisa de Vissicaro (2019) que também buscou esse caminho.

BUSQUE O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE

Nessa seção será conceituado o desenvolvimento profissional docente. Apesar de parecer um certo “preciosismo”, do ponto de vista de inserir mais um termo na pesquisa, pelo fato da implementação dessa, isso torna-se importante. Uma vez considerada a necessidade de apresentar para o docente de anos iniciais um momento diferente das formações que esses vivenciaram até então, contemplando-os como sujeitos da pesquisa.

O termo formação, quando utilizado no contexto de desenvolvimento profissional docente, vem sofrendo muitas críticas na literatura, pelo fato que traz em sua concepção o professor como objeto. Ou seja, o professor é passivo frente à ação que outros irão desenvolver (FIORENTINI; CRECCI, 2013). Essa crítica do termo faz com que ocorra a emergência de um novo, o desenvolvimento profissional docente na literatura.

O termo “forma-ação” denota de uma ação de formar ou de dar forma a algo ou alguém. Essa ação de formar, - sobretudo na formação inicial – tende a ser um movimento de fora para dentro. O formador exerce uma ação que supõe necessária para que o aluno adquira uma forma esperada pelas instituições ou pela sociedade para atuar em um campo profissional. Por isso, o termo formação tem sido altamente associado a cursos, oficinas e treinamentos. O DPD remete também ao processo ou movimento de *transformação* dos sujeitos de um campo profissional específico. Nesse sentido, o termo desenvolvimento profissional (DP) tem sido associado ao processo de constituição do sujeito. Um processo, portanto, de vir a ser de transformar-se ao longo do tempo ou a partir de uma ação formativa (FIORENTINI; CRECCI, 2013 p.12-13).

Já Passos et. al (2006) trazem um outro significado, reconhecendo a formação como um processo temporal pelo qual algo alcança sua forma em um movimento de ida e volta, formando ou transformando. Ou seja, um encontro com o sujeito e sua alteridade.

Esse processo de formação seria comparável a uma viagem ao longo da qual ocorre uma “experiência autêntica” que é o encontro de alguém com sua alteridade, que nele reside, que o põe em questão e que o transforma. Nesta concepção de formação, é o formando que se constitui no principal protagonista de ação formativa e de seu desenvolvimento, embora dependa de instituições e da interlocução com outros sujeitos educativos. (PASSOS, *et,al*, 2006, p. 194)

Apesar das críticas e da necessidade de ampliação dos conceitos no processo de desenvolvimento profissional, a utilização do termo “formação” ainda é muito frequente na literatura da área de pesquisa de Ensino e Educação, inclusive por autores críticos da

racionalidade técnica. Existem diversos aspectos que podem justificar o uso do termo “formação”, como: a possibilidade de demarcação ao longo da carreira (formação inicial e continuada) e o grande enraizamento do termo na literatura e no cotidiano, em função do seu uso por muito tempo. Nesse sentido, apesar desta pesquisa estar alinhada aos conceitos e à perspectiva da Desenvolvimento Profissional Docente, como citada anteriormente, o termo “formação” será usado em alguns momentos, tendo em vista as razões ditas anteriormente.

Ainda sobre o termo citado acima, a sua problematização e o conceito de desenvolvimento profissional docente, foram introduzidos para dar destaque ao processo de ensino-aprendizagem e ao desenvolvimento do professor, ao invés de destacar um processo de formação, demarcando uma diferenciação com a ideia de cursos que não colaboram e nem dialogam com a prática pedagógica do professor (FIORENTINI, CRECCI, 2013).

As autoras Pimenta e Anastasiou (2008) defendem que o desenvolvimento profissional dos docentes deve ser buscado visando a autonomia e a capacidade de decisão dos professores através de propostas educacionais que considerem esses fatores da prática pedagógica. As referidas defendem a pesquisa, a reflexão sobre a prática e a teoria para a transformação da prática docente e das instituições de ensino. Fatores totalmente contrários ao que nos acostumamos a ver em relação às propostas educacionais que tinham como paradigma a racionalidade técnica.

Pode-se ter a impressão de que o Desenvolvimento Profissional Docente apresenta um aparente consenso, mas esse termo tem recebido múltiplas conceituações e significados. Além disso, vem sendo associado a diferentes processos e atividades, que além de não romperem com o paradigma da racionalidade técnica, não contribuem com a problematização e a transformação das práticas escolares e com a emancipação dos docentes (FIORENTINI; CRECCI, 2013).

Já Fiorentini e Crecci (2013) destacam que o termo “desenvolvimento profissional” foi levado para a agenda global e nacional por meio de organizações internacionais, como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação (OEI) e a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). No Brasil, podemos citar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 1996) que prevê

“o envolvimento de professores na participação de atividades relacionadas ao planejamento, avaliação e ao desenvolvimento profissional” (FIORENTINI; CRECCI, 2013, p.12). Assim, surgiram nos últimos anos, uma pluralidade de projetos voltados para o desenvolvimento profissional docente, sendo marcados em sua maioria, por suas superficialidade e pontualidade, não modificando e nem emancipando o professor.

É importante frisar que o desenvolvimento profissional docente tem a intenção na emancipação docente, mas essa não é uma atitude externa, pois o DPD não é caracterizado como um processo formativo com início e fim. Ao contrário dos famosos cursos de formação, a emancipação pretendida acontece no cotidiano, no dia a dia, na horizontalidade e na troca de saberes entre docentes e discentes.

Entretanto, podemos observar em diversos países, inclusive no Brasil, programas educacionais que se preocupam e aplicam a perspectiva do Desenvolvimento Profissional Docente. Esses geralmente possuem desenvolvimento curricular, planejamento colaborativo e pesquisa-ação, em um contexto de investigação e pesquisa (ROSA, 2017; FIORENTINI; CRECCI, 2013; PASSOS *et. al*, 2006).

Em um levantamento bibliográfico sobre as concepções do desenvolvimento profissional docente, segundo Marcelo (2009), há em comum nas definições por ele revisadas, o entendimento do termo como um processo que contribui para o desenvolvimento das competências profissionais, por meio de experiências de diferentes realidades, sendo elas formais, informais, e contextualizadas na escola.

Ademais, o autor destaca que o conceito de desenvolvimento profissional dos professores tem sofrido ao longo do tempo algumas mudanças, motivadas por uma relativa evolução do pensamento de como acontece o processo do aprender e do ensinar, e apresenta uma perspectiva emergente sobre o Desenvolvimento Profissional Docente com as seguintes características:

- Baseia-se no construtivismo, e não nos modelos transmissivos, entendendo que o professor é um sujeito que aprende de forma ativa ao estar implicado em tarefas práticas de ensino;
- É um processo de longo prazo: os professores aprendem ao longo do tempo;
- Assume-se como um lugar que tem contextos concretos. Ao contrário das práticas baseadas no paradigma da racionalidade técnica, que não relacionam as situações de formação com as práticas em sala de aula. As experiências mais eficientes para

o desenvolvimento profissional docente são aquelas que se baseiam na escola e que se relacionam com as atividades diárias realizadas pelos professores;

- O desenvolvimento profissional dos docentes está diretamente ligado com as reformas da escola, na medida que esse é entendido como um processo que tende a ressignificar a cultura escolar, e os processos educativos em que os atores (professores e alunos) estão envolvidos;
- O professor é visto como um prático reflexivo, alguém que é detentor do conhecimento prévio, e vai adquirindo mais experiência de acordo com suas constantes vivências. Assim, o desenvolvimento profissional se caracteriza por aprimorar novas teorias e práticas de acordo com a prática docente;
- O desenvolvimento profissional dos professores é concebido como um processo colaborativo, ainda que em alguns momentos possa ter espaço para reflexão e ação individuais em sala de aula;
- O desenvolvimento profissional docente pode adotar diferentes formas em diferentes contextos. Não existe um só modelo de desenvolvimento profissional que seja eficaz e aplicável em todas as escolas. As escolas e os docentes devem avaliar suas necessidades, crenças e práticas culturais para decidirem qual modelo de desenvolvimento profissional será mais benéfico para a escola (Adaptado de MARCELO, 2009, p.10-11).

Outrossim, é necessário assumir o desenvolvimento profissional docente como um processo que vai se construindo à medida que o professor vai ganhando a experiência necessária de sua vivência em sala de aula. Marcelo (2009), aponta que o desenvolvimento profissional docente precisa ter o papel central para a construção da identidade docente, uma vez que essa está intimamente associada ao processo de mudança, à valorização e à emancipação docente. Segundo ele: “É através da nossa identidade que nós percebemos, nos vemos e queremos que nos vejam. É uma construção do eu profissional, que evolui ao longo da sua carreira docente e que pode ser influenciada pela escola, pela reforma e contextos políticos” (MARCELO, 2009, p.11).

Diante do que foi exposto, o desenvolvimento profissional docente compreende toda a carreira do professor, desde antes do ingresso na licenciatura em que vai atuar. Sendo, portanto, fortemente influenciado pelas experiências escolares anteriores dos professores, até mesmo quando estavam na educação básica como estudantes (MALDANER, 2003; MELO; LOPES, 2011). Esse processo precisa ser considerado,

pois compreende um vasto conjunto de vivências e experiências formativas, sejam formais ou ainda as não formais, a partir das quais o professor vai construindo sua identidade profissional e desenvolvendo-se como pessoa e como profissional (LOPES, SILVA-JÚNIOR, 2014).

Já quanto à reflexão crítica como o elemento central do Desenvolvimento Profissional Docente, embora possa acontecer a nível individual, ela é normalmente deflagrada a partir de um processo de interlocução, seja com os colegas de profissão, e/ou formadores, seja com autores, por meio de leituras. Entretanto, reflexão não é necessariamente sinônimo de transformação. Embora a reflexão seja necessária para a transformação, entende-se que a colaboração entre os professores e até com a universidade, é essencial para que o Desenvolvimento Profissional Docente aconteça. E para que a transformação seja concreta nas práticas, é indispensável que exista um ambiente favorável.

Logo, é indubitável a necessidade da mudança de postura do professor de Educação Básica nas formações continuadas. Ou seja, faz-se necessário que ele tenha uma postura mais ativa e seja sujeito na construção da sua identidade de professor, entendendo esse processo formativo como um percurso sem fim, por meio do qual sempre irá se desenvolver profissionalmente cada vez que lida com pessoas, sendo dentro ou fora da escola.

O PROCESSO REFLEXIVO NO CONTEXTO EDUCACIONAL: CONCEITOS E CRÍTICAS

Nesta seção, serão citados o processo reflexivo no contexto educacional e os conceitos e críticas que o cerca. A nossa perspectiva é sensibilizar sobre a importância do papel da reflexão em sua prática pedagógica, proporcionando um processo reflexivo no contexto educacional.

O tema “reflexão” e discussões sobre “professor reflexivo”, foram apropriados por diferentes correntes pedagógicas (ZEICHNER, 1993; LIMA; GOMES, 2008). Podemos considerar, logo, que isso foi acarretando consequências na prática, a ponto de se tornar um jargão, sem a devida reflexão dos conceitos que amparam esse termo. Nesse sentido, vários autores vêm fazendo uma ressalva sobre a reflexão. Dentre esses, destacamos: Liston e Zeichner (1993); Alarcão (1996), Pimenta e Ghedin (2008) e Libâneo (2008).

Assim, segundo Zeichner (1993), o termo “reflexão” usado por Schön (2000), acabou sendo desgastado, tendo em vista que passou a ser utilizado em diferentes e até mesmo contraditórias concepções sobre o processo formativo docente. E nessa direção, o autor apresenta quatro tradições históricas da prática reflexiva: a acadêmica, a de eficiência social, a desenvolvimentista e a de reconstrução social. Nesse mesmo sentido, Libâneo (2008), descreve duas concepções relativamente opostas: a reflexividade de cunho neoliberal e a de cunho crítico; cujas são apresentadas no Quadro 6 abaixo:

Tabela 1: Características da Reflexividade Crítica e Neoliberal

Características Comuns do Contexto	
<ul style="list-style-type: none">● Alteração nos processos de produção decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos;● Estreita ligação ciência-tecnologia;● Reestruturação produtiva;● Intelctualização do processo produtivo;● Empoderamento dos sujeitos-flexibilidade funcional.	
Reflexividade Crítica	Reflexividade neoliberal (linear, dicotômica, pragmática)

Características do professor crítico-reflexivo	Características do professor reflexivo
<ul style="list-style-type: none"> ● Fazer e pensar a relação teoria e prática; ● Agente numa realidade social construída; ● Preocupação com a apreensão de contradições; ● Atitude e ação críticas frente ao mundo capitalista e sua atuação; ● Apreensão teórico prática do real; ● Reflexividade de cunho socio crítico e emancipatório. <p>Orientações teóricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Marxismo/neomarxismo; ● Construtivismo histórico-cultural ou socio construtivismo ou interacionismo sociocultural. <p>Reconstrucionismo social</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reflexividade crítica. <p>Fenomenologia</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apreensão subjetiva do real; ● Reflexividade subjetiva (compreensividade); <p>Teoria da ação comunicativa</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reflexividade Comunicativa; ● Reflexividade Hermenêutica. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fazer e pensar, a relação entre a teoria e a prática; ● Agente numa realidade pronta e acabada; ● Atuação dentro da realidade instrumental; ● Apreensão prática do real; ● Reflexividade cognitiva e mimética. <p>Orientações teóricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Paradigma racional-tecnológico; ● Cognitivismos; ● Ciência cognitiva e teoria de processamento da informação; ● Pragmatismo; ● Tecnicismo; ● Construtivismo Piagetiano.

Fonte: Libâneo (2008)

Libâneo (2008), aponta para ambas as concepções que têm origem epistemológicas na mesma fonte teórica: a modernidade, e dentro dela, o Iluminismo. Tendo em vista que a modernidade tem uma forte crença da supremacia da razão e da reflexão, intrínseca aos seres humanos, sobre as construções sociais, as intenções, representações e as estratégias de intervenção, supondo a necessidade de utilizar o conhecimento tanto para mudar a realidade, como para mudar as intenções, as representações e o próprio processo de conhecimento humano.

Além disso, o autor alerta que a “proposta reflexiva” pode levar a acreditar que a reflexão sobre a prática gera, por si só, formas de intervenção, o que pode não ser verdadeiro, já que as teorias pedagógicas influenciam os professores, e têm estreita relação com a reflexão, pois muitas vezes os conhecimentos pedagógicos em voga irão influenciar os “procedimentos e valores postos em práticas em sala de aula” (LIBÂNEO, 2008, p.67).

Desse modo, são fundamentais os pressupostos da reflexão crítica para o desenvolvimento profissional docente proposto neste livro, integrados a outras pesquisas como as de Marcelo (2009) e Fiorentini e Crecci (2013), conforme apontadas anteriormente. Já Alarcão (2011), afirma que o processo reflexivo envolve um triplo diálogo: consigo próprio, com os outros e com a situação, de modo a atingir um nível crítico. Nesse mesmo sentido, Freire (2007), dá destaque à reflexão crítica sobre a prática como um dos saberes necessários para a prática educativa, possibilitando a superação da ingenuidade da curiosidade para a consciência crítica.

Cabe ressaltar que ambos os autores referem-se a níveis de reflexão diferentes e de consciência acerca da realidade, valorizando-se a sistematização dos saberes, a rigorosidade metódica e o diálogo como estratégias para transitar em um nível descritivo, que caracteriza a consciência ingênua, para um explicativo, argumentativo e transformador, característico de uma consciência mais crítica (FREIRE, 2007).

Já Smyth (1991), ao trabalhar com professores, descreve como focar na reflexão durante a prática docente, a partir de quatro ações hierarquicamente organizadas, as quais foram denominadas como “ciclo de Smyth”:

- 1) Descrever: O que estou fazendo?
- 2) Informar: Que significado tem o que eu faço?
- 3) Confrontar: Como cheguei a ser ou a agir desta maneira?
- 4) Reconstruir: Como poderia fazer as coisas de um modo diferente? (SMYTH, 1991)

Sendo assim, é importante ressaltar que a reflexão apresenta inúmeros conceitos em determinados contextos, e pode mudar completamente o seu sentido. A reflexão na prática docente precisa ser clara, e para isso, é necessário um diálogo com pressupostos teóricos que possibilitem aos docentes, de modo colaborativo, enxergarem além de seus

paradigmas, rotinas e experiências imediatas. Possibilitando, dessa maneira, que eles vejam condicionantes estruturais do seu trabalho, da sua cultura e de seus formatos de socialização, tendo como pressuposto o reconhecimento de professores como intelectuais críticos (LIBÂNEO, 2008).

Dessa forma, a adoção do conceito do professor como profissional crítico e reflexivo será o principal enfoque deste trabalho. Contudo, ressaltamos que uma visão passiva levará a visões distorcidas do papel do professor, inclusive o responsabilizando pelos problemas estruturais do ensino, que na verdade possuem responsabilidade ampla e necessitam de políticas públicas para serem vencidos (LIBÂNEO, 2008). Nesse sentido, ao assumir a postura do desenvolvimento profissional docente, é muito importante conhecer as críticas para que o termo utilizado nesta pesquisa não seja vazio do significado que é buscado.

Já os autores Liston e Zeichner (1993), afirmam que a reflexão como prática individual é um dos limites dos pressupostos de Schön (2000), e assinalam que, essa referida teoria está fundamentada em pressupostos profissionais, em que se aplicam reflexões individuais e que têm como principal objetivo desenvolver demandas em um contexto restrito (BORGES, 2008).

Ademais, Borges (2008), relata que, embora seja perceptível que Schön (2000) não ignora o componente institucional da prática profissional, seus pressupostos não proporcionam uma análise que ajuda a entender a base dos questionamentos do limite institucional, levando, em consequência, um repensar das condições básicas e da valorização dos profissionais. Nesse sentido, a autora afirma que “essa visão como prática individual, de que o docente deve refletir sobre sua prática, leva a supor que são eles que devem resolver os problemas educativos” (BORGES, 2008, p.206).

Assim, concorda-se com Lima e Gomes (2008, p.164) quando afirmam que:

A reflexão necessária para os pedagogos e demais educadores nesse momento histórico é aquela que tem como ponto de partida e de chegada um projeto de emancipação humana, não perdendo de vista os professores como uma categoria profissional. Entendida dessa maneira, a reflexão não é uma atitude individual, ela pressupõe relações sociais, revela valores e interesses sociais, culturais e políticos, não é um processo mecânico. É antes uma prática que deve expressar o nosso poder de reconstrução social.

Essa perspectiva de reflexão, vista como trabalho coletivo que perpassa por uma análise crítica das práticas pedagógicas na escola, leva em conta o seu contexto social, histórico e cultural, e ainda se potencializa com a autonomia e a capacidade da

reconstrução social dos professores, como também, fortalece a categoria profissional docente.

Ao se falar sobre professor reflexivo, uma outra crítica muito comum é a ausência de foco ou conteúdo para a reflexão, tendo em vista que a perspectiva de Schön (2000), não propõe qual o campo da reflexão que deve ser abordado, embora indique perspectivas amplas, de modo que a reflexão pode estar a serviço da justificativa e das normativas que estimulem a individualidade, e não a emancipação. Borges (2008, p.208) concordando com Contreras (1997) afirma:

Os limites da reflexão levam à conclusão de que a mera reflexão sobre o trabalho docente na sala de aula pode ter um resultado insuficiente para elaboração de uma compreensão teórica dos elementos que sustentam a prática do professor, e que esses professores podem não ter consciência.

A autora ainda apoiada em outros teóricos, Liston e Zeichner (1993), afirma que esses temem: “Ao não se estabelecer um conteúdo específico que aponte para as preocupações sociais e políticas da prática educativa, evita-se um critério de contraste, o que dificulta o surgimento daqueles que podem ser questionados e transformados nos contextos institucionais” (BORGES, 2008, p. 207).

Essas inquietações apontam para uma falta de compreensão crítica do contexto social em que se desenvolve a ação educativa, incluindo fatores para além da sala de aula, já que o contexto externo influencia na prática educativa. Sendo assim, é necessário desvelar o sentido ideológico que se manifesta e descobrir a possibilidade de transformação que não está visível (BORGES, 2008). Além disso, segundo a autora, a crítica é emancipatória, “porque liberta das visões acríticas, dos hábitos, das tradições e dos costumes não questionados, das formas de coerção e dominação que tais práticas supõem o autoengano dos professores” (BORGES, 2008, p. 210).

Logo, entende-se que os caminhos para a produção de conhecimento pelos docentes para o seu desenvolvimento e valorização profissional e transformação da escola, perpassam pela união e colaboração entre os professores. Ou seja, a construção de uma cultura colaborativa vai romper com a cultura do isolamento na sala de aula que tem historicamente caracterizado a escola.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA ENSINAR SOBRE CIÊNCIAS

Sabemos que a História da Ciência pode contribuir para o Ensino de Ciências de diversas maneiras. Logo, o conceito abordado pela História da Ciência, leva o professor a uma nova postura epistemológica, proporcionando fundamentos teóricos sólidos para a didática do ensino de ciências (GIL-PÉREZ, 1993; IZQUIERDO-AYMERICH, 1996, 2000; HODSON, 2009, GATICA, ROSALES, CASTILLO, 2014, GUERRA; SILVA, 2015).

Assim, podemos afirmar que é reconhecido o papel educativo que essas disciplinas podem ter, e a cada vez mais, a literatura da área do Ensino de Ciências vem nos mostrando a importância do diálogo entre historiadores e educadores, através da construção de interfaces da História da Ciência e o Ensino (GIL-PÉREZ, 1993; IZQUIERDO-AYMERICH, 1996, 2000; HODSON, 2009, GATICA, ROSALES, CASTILLO, 2014, GUERRA; SILVA, 2015, BELTAN; SAITO, 2017). Com base nesse reconhecimento da área de pesquisa, e nos avanços já mencionados anteriormente, introduziremos, aqui, algumas noções de Natureza da Ciência, de modo a esclarecer, que tipo de contribuições, elementos e fundamentos nos interessam para a formação docente.

Sabemos que a Natureza da Ciência é conhecida internacionalmente de acordo com sua denominação inglesa, “Nature of Science”, que geralmente é identificada pela sigla “NOS”. Por isso, em uma primeira aproximação, podemos dizer que a “NOS” constitui-se hoje em um campo de investigação e inovação reconhecido dentro do campo da didática das Ciências, e que vem se consolidando cada vez mais em vários países, com uma ampla presença em congressos e publicações (FLICK; LEDERMAN, 2004; ADÚRIZ-BRAVO, 2008; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2011; ABD-EL-KHALICK, 2012; KHINE, 2012; HODSON, 2014).

Logo, o campo de trabalho da natureza da ciência possui inter-relação com o Ensino de Ciências, e resulta em um processo de reflexão teórica e crítica; a presença da “NOS” tem sido cada vez mais emergente em currículos de ciências em todos os níveis educativos, dos primeiros anos da educação infantil até a universidade (HODSON, 2009). Assim, a Natureza da Ciência como componente curricular tem um caráter metadiscursivo, metateórico e metacientífico, Ou seja, um conjunto de estudos específicos sobre a natureza, a essência do conhecimento científico (ciência como produto) e a atividade científica (ciência como processo), elaborados a partir de estruturas

distintas de análise, alcances e suas limitações, assim como as relações com a sociedade e cultura (HODSON, 2014).

A Natureza da Ciência começa a aparecer nos currículos atuais a partir de uma crítica contundente sobre o Ensino de Ciências tradicional: um ensino limitado aos produtos acabados da ciência, e que foi nomeado pela didática das Ciências como sendo o modelo de Ensino de Ciências estadunidense (AYMERICH-IZQUIERDO *et. al*, 2016). Esse enfoque começou a evidenciar graves insuficiências, tendo em vista que se preocupava somente com o produto da ciência, não sendo possível incorporar perguntas no seu processo de ensino, como por exemplo, “como os cientistas chegaram a essa resposta que está nos ensinando?”, entre outros questionamentos relevantes nos atos de ensinar e aprender.

Ademais, pensando na Educação em Ciências para a formação da cidadania, sabemos que, entre outras coisas, essa inclui que o estudante perceba o sentido do que ele observa ao seu redor por meio de interpretações, e a partir do contato com pressupostos intelectuais valiosos da ciência, da tecnologia e da filosofia, além da sociologia e da história da ciência. Assim, é possível que ele analise criticamente as várias mensagens sobre Ciência e Tecnologia que chegam através dos diferentes tipos de mídias (AYMERICH-IZQUIERDO *et. al*, 2016). Por isso, com uma abordagem mais significativa do Ensino de Ciências na escola básica, espera-se que uma pessoa “cientificamente educada”, seja capaz de tomar decisões bem fundamentadas criticamente sobre questões sócio científicas que possam aparecer em sua vida, como a questão dos organismos geneticamente modificados, sua saúde, sua sexualidade, energias alternativas, a sustentabilidade e as mudanças climáticas (IRZILK; NOLA, 2014).

Ou seja, para reconhecer que é mais importante entender o processo por meio do qual foi constituído determinado produto científico, do que somente o resultado final, é muito necessário compreender a chamada Ciência, segundo Chalmers (1999). Uma vez que saber da natureza da Ciência, implica dar uma resposta consistente a perguntas de caráter metacientíficas, ou seja, que vão além de dados experimentais e prontos.

De modo geral, a natureza da Ciência remete a diversas maneiras às questões metacientíficas (e, muito especialmente, a história da Ciência, que é o foco central deste trabalho) e por consequência, leva o ensino a uma compreensão da Ciência como empreendimento humano e coletivo (IRZIK; NOLA, 2014).

De modo mais operativo, podemos definir a natureza da ciência como um conjunto de conteúdo metacientífico, selecionado para dar maior ênfase ao Ensino de Ciências para a cidadania. (ADÚRIZ-BRAVO, 2005). Diante disso, reafirma-se a necessidade de ressaltar o processo da atividade científica como construção humana e coletiva. Para que chegue aos estudantes, um Ensino de Ciências que não informe um produto acabado, pronto, sem a possibilidade de participação deles.

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA A SALA DE AULA

Descritas as vantagens do uso da História da Ciência no Ensino, poderá surgir a seguinte dúvida: “Como conduzir o aluno em um processo de ensino e aprendizagem para que ele compreenda a ciência como construção humana, e reconheça a importância da história da ciência para sua alfabetização científica? “

Uma maneira de auxiliar o professor que tenha essa dúvida, é apresentar as estratégias didáticas descritas por McComas (2013), que propõem aliar a História da Ciência e a educação científica. As abordagens do autor são diversas, como o uso de fontes originais, dramatizações, experimentos históricos, biografias, a História da Ciência em livros didáticos, estudos de caso e uso de imagens históricas. Mc Comas (2013), propôs essas abordagens com duas finalidades: a primeira foi de mostrar as diversas estratégias e possibilidades que podem envolver a História da Ciência no Ensino, em diferentes níveis de escolaridade. Enquanto a segunda teve como propósito, alertar o professor que deseja aplicar estratégias envolvendo a História da Ciência, revelando que os esforços diversos de professores e estudantes para a aplicação dessas, não produzem necessariamente o mesmo impacto no aprendizado e na motivação do aluno.

O trabalho com as fontes originais corresponde à abordagem da História da Ciência em que os alunos estudam conceitos vigentes da época a partir dos escritos dos próprios cientistas, e então, participam de discussão sobre o que eles estudaram. Segundo McComas (2013), as interações didáticas com os trabalhos originais podem ser classificadas em: a) trabalhos originais completos (podem incluir comentários originais) e trabalhos originais resumidos (podem incluir comentários adicionais).

Já a dramatização, é uma estratégia didática em que os alunos interpretam personagens históricos da ciência com a finalidade de agir, debater ou responder como se fossem essas pessoas, sendo atores de um momento que represente um episódio histórico da Ciência (McCOMAS,2013). Uma encenação dos debates entre Lavoisier (defensor da Lei de conservação das massas) e Priestley (defensor da teoria do flogisto), poderia ser

um bom exemplo de dramaturgia, abordando aspectos que vão além dos conceitos científicos.

Enquanto os experimentos históricos consistem na reprodução de experimentos e outras abordagens práticas para o engajamento com alguns aspectos históricos da ciência (McCOMAS, 2013).

Já a biografia de cientistas, é o relato da vida ou de pesquisa de um determinado cientista. McComas (2013), relata alguns exemplos de biografias que podem ser explorados em sala de aula, como a de Charles Darwin, James Watson, Richard Feynman; Galileo's Daughter, Einstein e Isaac Newton. Além disso, ele cita alguns produtos de mídia que podem ser utilizados, como, por exemplo, a série MindWorks contendo oito vídeos envolvendo os trabalhos de Galileo, na cinemática; de Duchaltelet e Voltaire, na dinâmica; do Conde Rumford, na termodinâmica; de Curie and Huggins sobre átomos e matéria; entre outros.

A História da Ciência em livros didáticos como estratégia para o ensino, procura analisar os conteúdos de História da Ciência e possíveis visões distorcidas da natureza da ciência presentes nesses materiais didáticos. Uma vez percebendo que, os cientistas, quando representados nos livros, são resumidos a poucas informações “suas contribuições estão limitadas a poucas frases, talvez uma figura, e às datas de nascimento e morte” (McCOMAS, 2013).

Já o estudo de caso histórico, caracteriza-se por princípios gerais que possibilitam o resgate do contexto, evitando possíveis anacronismos que possam vir a ocorrer. Ou seja, o caso selecionado precisa ser de um contexto marcante em dado episódio histórico. Esse contexto histórico, revela os motivos pelos quais certos aspectos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia foram construídos. Esses aspectos incluem as questões pessoais do cientista, bem como seu envolvimento com questões éticas, sociológicas, políticas, econômicas e religiosas.

Sendo assim, sabemos que poucos são os autores que categorizam as estratégias didáticas mais utilizadas no uso da História da Ciência no ensino. McComas, foi o primeiro a propor uma classificação de estratégias didáticas. Contudo, sua categorização não deve ser seguida como sendo única. Uma estratégia didática que não foi mencionada por esse autor em sua classificação, mas com elevado potencial didático, são as imagens científicas, por exemplo.

Ou seja, no ensino de ciências podemos destacar a importância do uso de imagens uma vez que:

A representação iconográfica ainda é muito utilizada pelos cientistas atuais para comunicar os resultados de suas pesquisas científicas em eventos, livros e artigos científicos, fazendo-se constantemente presente na construção do conhecimento científico. Todavia ainda é pouco explorada no ensino de ciências, apesar de ser uma opção metodológica diferenciada para se inserir discussões acerca da natureza da ciência no contexto escolar. Pode-se, por exemplo, discutir na sala de aula o caráter evolucionário e revolucionário das Ciências a partir de imagens das indústrias no período da revolução industrial (CALLEGARIO *et.al.*, 2017 p. 838).

É importante ressaltar que essas estratégias não são estanques, logo, uma pode complementar a outra. Por exemplo, pode-se utilizar a biografia de um cientista inicialmente, e em seguida, reproduzir um experimento histórico ou realizar uma dramatização.

Ademais, podemos destacar que apesar do relevante trabalho do autor McComas (2013), suas estratégias didáticas não podem ter um fim em si mesmas, pois elas necessitam ser ampliadas. Ou seja, sua classificação é apenas uma maneira de aproximação entre os trabalhos dos historiadores da ciência e dos professores. Portanto, faz-se necessário que a História da Ciência esteja sempre aberta à criatividade do pesquisador, e acima de tudo, do professor da educação básica, que sempre vem inovando em sala de aula.

A CONSTRUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

O livro Cientista para crianças não tem a intencionalidade de ser algo guardado na estante de casa ou na biblioteca da escola, pois sua construção não dependeu de apenas um autor, mas de um grupo colaborativo com professoras dos anos iniciais, essas que por meio de alguns encontros, conseguiram perceber a necessidade de articular a História da Ciência com sua interface no Ensino.

O caminho percorrido na elaboração dessas estratégias didáticas objetivou uma interdisciplinaridade, envolvendo todas as áreas do conhecimento, conforme pode-se observar na figura 1 abaixo:

Figura 1: Caminho percorrido no grupo colaborativo para adaptação ao novo contexto

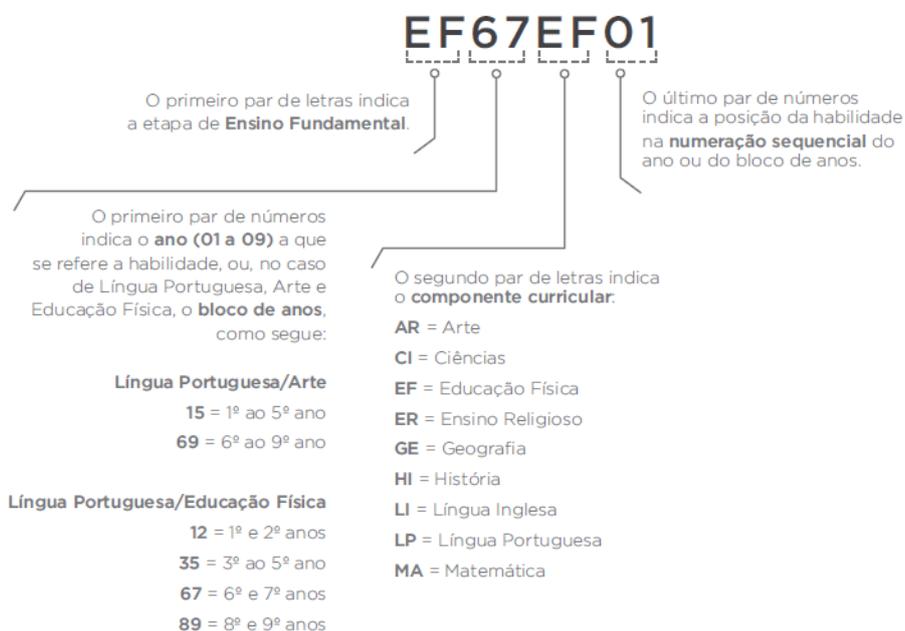


Fonte: Autor

Todas as estratégias didáticas estão com habilidades definidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), isso deve-se ao fato que atualmente esse é o documento normativo brasileiro que faz com que pensamos as nossas ações de sala de aula dentro desse contexto.

Abaixo estão descritas as habilidades para cada ano de escolaridade, as siglas que estão descritas anteriormente a habilidade deve ser lida conforme a figura 2:

Figura 2: Organização da sigla da BNCC



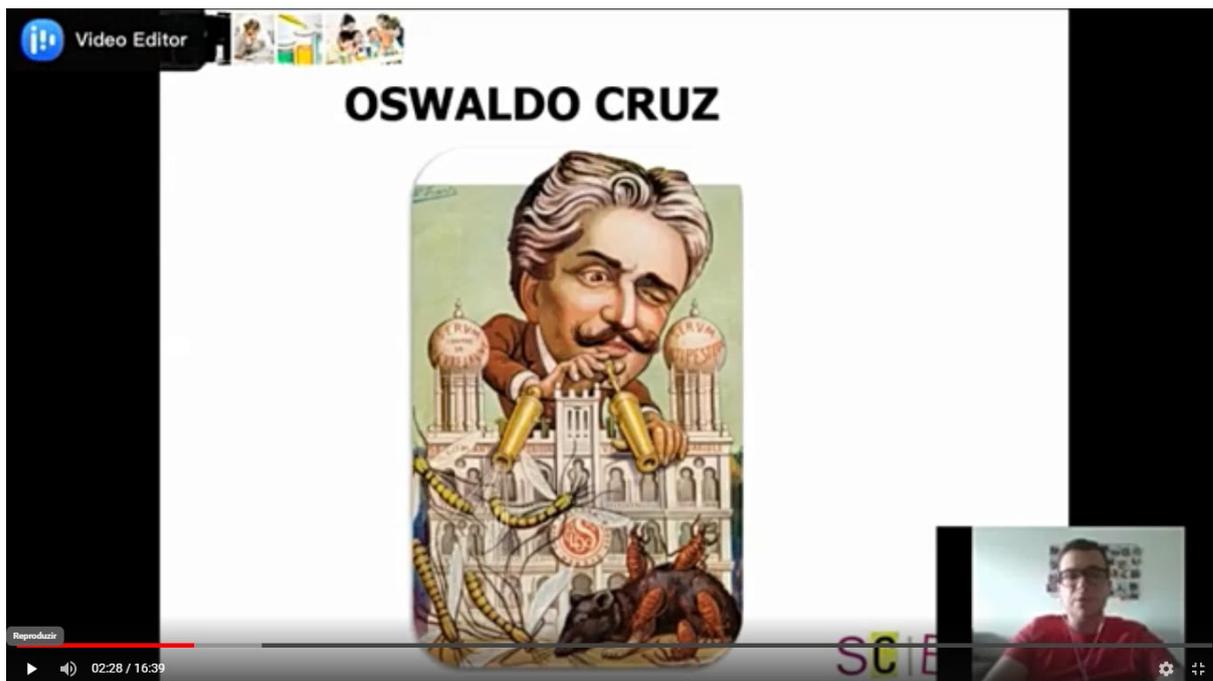
Disponível em: <https://sae.digital/habilidades-da-bncc/> Acesso em 27 de fev de 2022

1º ano do Ensino Fundamental

Tema: Criação da FIOCRUZ no Brasil

(EF01CI03) Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde.

Figura 3: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre a importância da FIOCRUZ



Disponível em: <https://youtu.be/75eU2rCrMps> Acesso em 08 de junho de 2021

Os objetivos contemplados nessa discussão são:

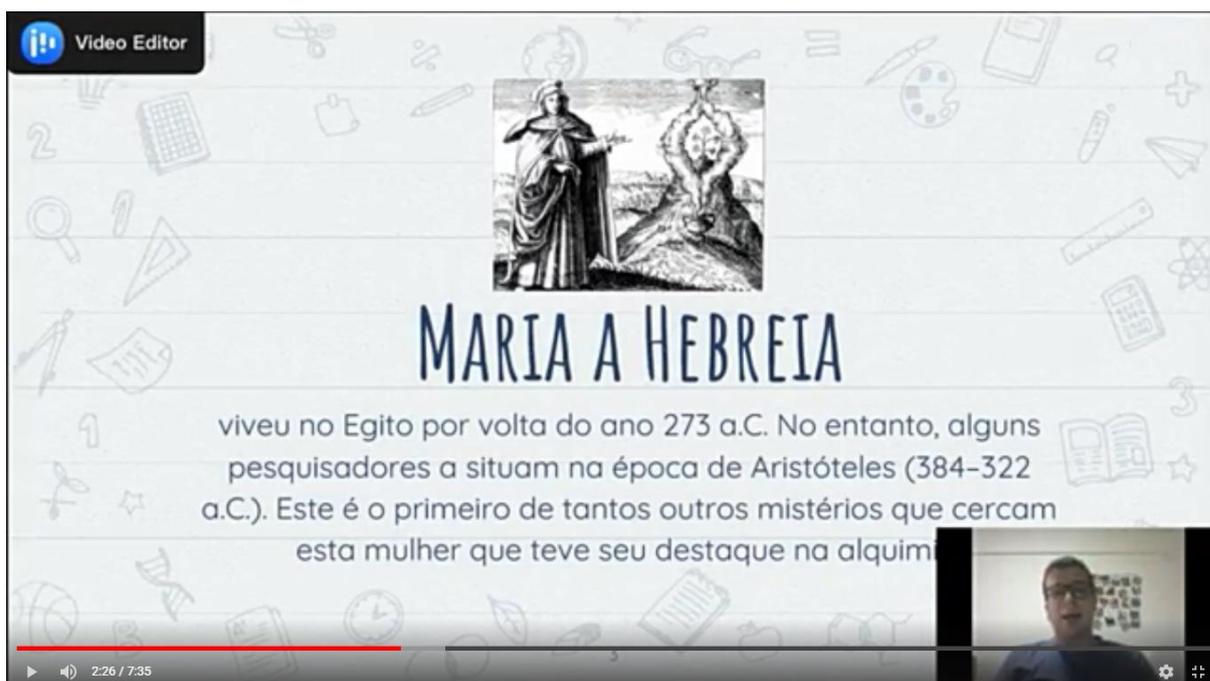
- Elaborar uma estratégia didática com o viés da História da Ciência no Ensino;
- Conhecer as mudanças nos hábitos de higiene causado pelas pandemias na história;
- Valorizar a FIOCRUZ como instituição brasileira que produz ciência de qualidade;
- Incentivar bons hábitos de higiene a partir da contextualização histórica.

2º ano do Ensino Fundamental

Tema: Banho Maria

(EF02CI01) Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado.

Figura 4: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Banho Maria



Fonte: Disponível em: <https://youtu.be/szKJNFBTco> Acesso em 08 de junho de 2021

: Os objetivos contemplados nessa discussão são:

- Elaborar uma estratégia didática com o viés da História da Ciência no Ensino;
- Discutir a importância da mulher na ciência;
- Discutir caminhos para a equidade no trabalho científico;
- Ensinar ciências em espaços para além da sala de aula (no caso, na cozinha);
- Relacionar os conceitos de ciência com o cotidiano.

3º ano do Ensino Fundamental

TEMA: Arco íris e Isaac Newton

(EF03CI02) Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano).

Figura 5: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Arco íris e Newton



Fonte: Disponível em: <https://youtu.be/ep9atbqSEF0> Acesso em 08 de junho de 2021

: Os objetivos contemplados nessa discussão são:

- Elaborar uma estratégia didática com o viés da História da Ciência no Ensino;
- Conhecer o cientista em suas múltiplas faces para além do laboratório;
- Conhecer a formação do arco íris sob uma perspectiva história;
- Propor um experimento que seja possível para a realidade da sala de aula da escola pública.

4º ano do Ensino Fundamental

TEMA: Calcinação de metais

(EF04CI02) Testar e relatar transformações nos materiais do dia a dia quando expostos a diferentes condições (aquecimento, resfriamento, luz e umidade).

Figura 6: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Calcinação de metais



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4NoDKkLYG1g> Acesso em 08 de junho de 2021

Os objetivos contemplados nessa discussão são:

- Elaborar uma estratégia didática com o viés da História da Ciência no Ensino;
- Conhecer o trabalho do cientista para muito além do laboratório;
- Reconhecer a ciência como uma construção humana e coletiva.

5º ano do Ensino Fundamental

TEMA: Telescópio de Newton

(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.

Figura 7: Trecho do vídeo elaborado para discussão do grupo colaborativo sobre Telescópio de Newton



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KBfkWKOcYfk> Acesso em 08 de junho de 2021

Os objetivos contemplados nessa discussão são

- Elaborar uma estratégia didática com o viés da História da Ciência no Ensino;
- Estabelecer uma relação mais próxima entre ciência e tecnologia;
- Reconhecer a ciência como uma construção humana e coletiva.

Sendo assim, observe que todos os vídeos irão mostrar o episódio histórico a ser analisado na estratégia didática, e isso permite um olhar amplo sob várias dimensões. Você é convidado a analisar cada vídeo e adaptar ou refazer as estratégias didáticas propostas aqui.

Portanto, além de apontar caminhos para o trabalho com a História da Ciência nos anos iniciais, este livro é um produto inacabado, ou seja, há a abertura para adaptá-lo em diferentes contextos e necessidades.

ESTRATÉGIA DIDÁTICA 1: FIOCRUZ – UMA GRANDE INSTITUIÇÃO PARA PRESERVAR A NOSSA SAÚDE

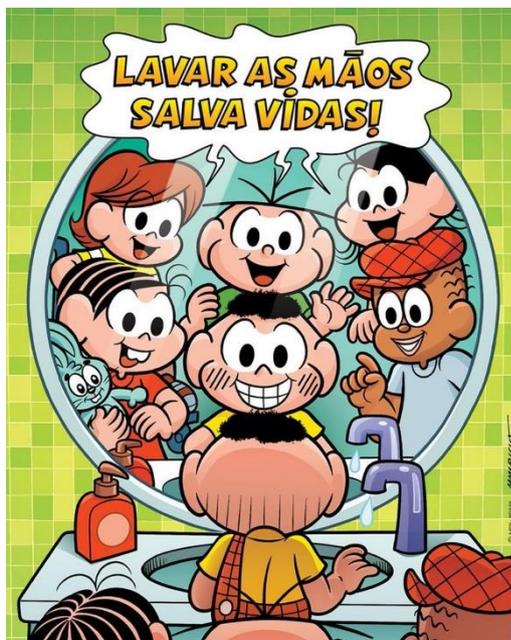
Nível de Escolaridade: 1º ANO

TEMPO: 100 Minutos

Habilidade de Ciências da Natureza (EF01CI03)

Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde.

Figura 8: Imagem feita pela TURMA DA MÔNICA com o objetivo de prevenir o coronavírus



Disponível em: <https://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2020/03/19/para-alertar-sobre-combate-ao-coronavirus-turma-da-monica-coloca-cascao-para-lavar-as-maos.ghtml> Acesso em 04 de dezembro de

2021

DIALOGANDO:

O primeiro passo desta estratégia didática, é conectar os assuntos (higiene e FIOCRUZ), com uma personagem infantil de interesse das crianças, e que se relacione ao tema. Apesar de termos várias opções, sugerimos o Cascão, integrante da turma da Mônica que tem problemas com a água, e, por consequência, tem receio de praticar alguns hábitos de higiene.

Para isso, sugerimos uma contação de história, em que as crianças participem da construção da narrativa, relacionando o tema abordado com a imagem do Cascão.

Sabemos que um dos grandes problemas da pandemia causada pelos SARS-COV2, foi a falta de compreensão dos processos de construção do conhecimento científico. Logo, podemos observar, aqui, um grande sucesso das crianças buscando dar

exemplos de proteção contra o vírus. Ou seja, é importante que as crianças sejam chamadas para relacionar todo o carisma dos integrantes da Turma da Mônica com suas vivências em tempos de pandemia.

1) Momento musical: RATINHO TOMANDO BANHO – CASTELO RÁ-TIM-BUM

Figura 9: Imagem do vídeo da música a ser exibido no segundo momento da estratégia didática.



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=s9p9m0ebJmg>. Acesso em 04 de dezembro de 2021

DIALOGANDO

No segundo momento, sugerimos apresentar a música do ratinho tomando banho do Castelo Rá-Tim-Bum, com o objetivo principal de refletir sobre outros hábitos de higiene para além de lavar as mãos, o que foi enfatizado no primeiro momento.

Uma vez que a música pode ser trabalhada abordando a importância da higiene em todo o corpo, um dos objetivos deste momento, é levar as crianças à ampliação dos hábitos de higiene para além de lavar as mãos, ressaltando a vigilância necessária para os cuidados com o corpo.

3) Ensinando ao Cascão outros hábitos de Higiene

Figura 10: Imagem do vídeo sugerido para mostrar às crianças, após diálogo com o Cascão



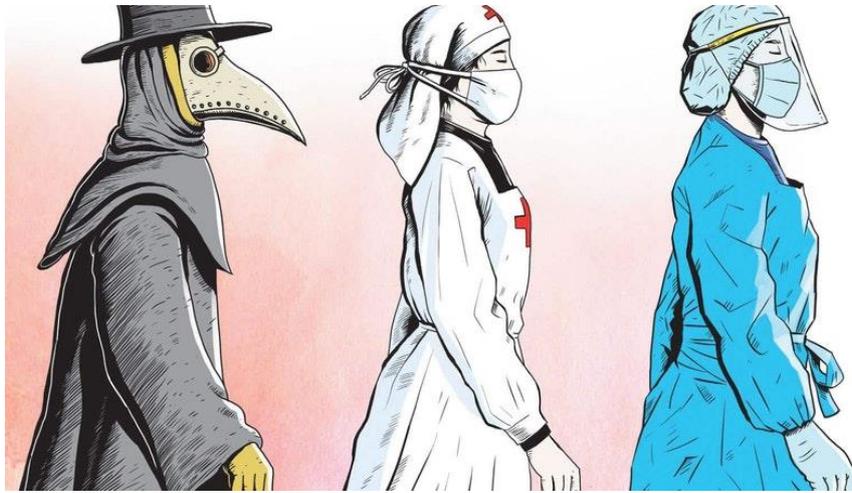
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HAesAUlfj2I> Acesso em 04 de dezembro de 2021

DIALOGANDO

Neste momento, é importante que as crianças assumam um protagonismo na estratégia, apontando que bons hábitos de higiene podem salvar vidas. Além disso, é importante que elas reconheçam que esses hábitos vão além da boa educação. Ou seja, o cumprimento deles serve para proteger a vida do outro e está alicerçado em bases científicas como principal meio para evitarmos doenças.

4) O uso de máscaras na história – comparativo através de imagens

Figura 11: As máscaras em diversas pandemias ao longo da história



Disponível em: <https://prensa.li/prensa/pragas-atraves-da-historia/> Acesso em 04 de dezembro de 2021

DIALOGANDO:

Nesta estratégia, é importante que a imagem anterior seja mostrada para as crianças, associando-a como uma maneira de prevenir doenças, assim como os hábitos de higiene mostrados anteriormente, por meio da história construída de modo coletivo. É importante ainda ressaltar, que as crianças podem ter sido inseridas nesse contexto da pandemia sem o devido diálogo em suas casas, o que pode ter causado falas impositivas para o uso de máscara e por consequência, a resistência ao seu uso.

5) A criação da FIOCRUZ e sua importância no combate as pandemias.

Figura 12: Imagem da FIOCRUZ



Disponível em: https://youtu.be/9_V-1mMj1c Acesso em 04 de dezembro de 2021

DIALOGANDO

Ressaltamos que o vídeo sugerido na apresentação da FIOCRUZ não é um vídeo infantil, mas que precisa ser conhecido pelas crianças, sendo importante a exibição do vídeo para que os estudantes compreendam a importância da instituição e a defesa, pois é através da sociedade civil, com muito empenho e cidadania, que instituições como a FIOCRUZ permanecem servindo à sociedade com ciência de qualidade.

INTEGRANDO

Em nossa pesquisa para a elaboração do livro Cientista para Crianças, houve a necessidade de integrarmos alguns momentos da estratégia didática com outras áreas do conhecimento do currículo regular. Ou seja, conceitos de Matemática, Língua Portuguesa, História e de Geografia.

Lembramos que esses momentos são de caráter opcional, podendo ser trabalhados ou não, ficando a critério do professor ampliar as fronteiras ou seguir com uma única estratégia didática.

LÍNGUA PORTUGUESA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA FIOCRUZ – UMA GRANDE INSTITUIÇÃO PARA PRESERVAR A NOSSA SAÚDE

TEMPO:30 minutos

(EF01LP02) Escrever, espontaneamente ou por ditado, palavras e frases de forma alfabética – usando letras/grafemas que representem fonemas.

Neste caso, sugerimos que a Língua Portuguesa pode ser trabalhada após o último momento da estratégia didática, tendo em vista que a palavra FIOCRUZ tem letras/grafemas que representam diferentes fonemas, possibilitando aos alunos, o reconhecimento da relação entre os sons e as letras, levando em conta que vários caminhos de registro podem ser tomados após a exposição dialogada da importância da instituição, como a partir de desenhos associados a pequenas frases, ou palavras que foram ditas na conversa do momento 5.

MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA FIOCRUZ – UMA GRANDE INSTITUIÇÃO PARA PRESERVAR A NOSSA SAÚDE

TEMPO:30 minutos

(EF01MA13) Relacionar figuras geométricas espaciais (cones, cilindros, esferas e blocos retangulares) a objetos familiares do mundo físico.

Quando observamos o castelo da FIOCRUZ, ficamos admirados com sua beleza, não é verdade?! O mesmo acontece com as crianças, que se encantam com a arquitetura do local. Sendo assim, sabemos que o trabalho com a geometria nunca foi simples, e, por isso, precisa sair do campo do abstrato e ser mais concreto no processo de ensino e aprendizagem. Logo, sugerimos trabalhar as figuras geométricas como cones, cilindros, esferas e blocos retangulares para reproduzir o castelo da FIOCRUZ em formato de maquete. Pode-se entregar os alunos os blocos, cones e cilindros já prontos e pedir para que eles façam a reprodução do castelo com a observação de uma imagem. Trabalhando, dessa forma, noção espacial, proporção, perspectiva, entre outros conceitos.

GEOGRAFIA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA FIOCRUZ – UMA GRANDE INSTITUIÇÃO PARA PRESERVAR A NOSSA SAÚDE

TEMPO: 30 minutos

(EF01GE09) Elaborar e utilizar mapas simples para localizar elementos do local de vivência, considerando referenciais espaciais (frente e atrás, esquerda e direita, em cima e embaixo, dentro e fora) e tendo o corpo como referência.

Para ensinar Geografia com a FIOCRUZ, sugerimos que sejam realizadas pesquisas com uma exposição dialogada de como é possível chegar na instituição. Possibilitando, assim, que as crianças construam um mapa que pode ser feito de modo mais abrangente, que inclui desde a saída da escola até a chegada na instituição ou até mesmo, mapas que sejam por etapas, por exemplo: saída da escola, chegada ao aeroporto ou rodoviária, assim sucessivamente, até o destino final. Vale ainda lembrar, que é muito importante, durante o percurso, a abordagem dos pontos de referência sugeridos na habilidade.

HISTÓRIA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA FIOCRUZ – UMA GRANDE INSTITUIÇÃO PARA PRESERVAR A NOSSA SAÚDE

TEMPO: 30 minutos

(EF01HI04) Identificar as diferenças entre os variados ambientes em que vive (doméstico, escolar e da comunidade), reconhecendo as especificidades dos hábitos e das regras que os regem.

Essa habilidade é muito importante para ser analisada no contexto atual, principalmente no nível de escolaridade em questão, tendo em vista que as crianças do 1º ano acabaram de chegar na escola e ainda estão se acostumando com as regras que esse ambiente estabeleceu para elas. Por isso, para trabalhar História, sugerimos que seja levantada uma discussão com os alunos sobre regras, sob a perspectiva do protocolo do COVID-19 e sem o protocolo. Nesse momento, pode ser chamado um aluno dos níveis seguintes para ajudar os pequenos a fazerem um comparativo entre as duas situações.

ESTRATÉGIA DIDÁTICA 2: BANHO MARIA – UMA AULA DE CIÊNCIAS NA COZINHA

Nível de escolaridade: 2º ANO

TEMPO: 100 minutos

Habilidade de Ciências da Natureza - (EF02CI01)

Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado.

Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado.

1) Aprendendo ciências na cozinha

Iniciar com a leitura de uma receita de pudim ou de como derreter o chocolate (com o termo “banho-maria” em destaque)

Observar a produção de um pudim e a forma como é assado por meio do processo do banho-maria.

DIALOGANDO

Para esta estratégia, é importante que, se possível, os alunos sejam levados à cozinha experimental, ou a própria cozinha da escola, para que o ensino de ciências ultrapasse o espaço da sala de aula. Sabemos, no entanto, que em muitas realidades, não é possível que as crianças tenham essa experiência, por conta da infraestrutura da instituição. Então, sugerimos que sejam feitas adaptações visuais na sala de aula, para que, por meio de um jogo simbólico, os alunos possam ver as possibilidades de aprendizado que a cozinha proporciona, fazendo uma relação com a cozinha dos seus lares.

No momento da receita do pudim, é importante que as características dos materiais utilizados para a execução das receitas sejam enfatizadas com os alunos, e que também sejam levantados questionamentos e reflexões sobre os materiais que são utilizados na casa deles, pelos seus responsáveis.

- 2) Partilha do pudim em roda e proposição da pergunta: “Mas quem foi Maria?”
- 3) Apresentar a imagem da alquimista Maria, a hebreia e ler o texto introdutório.

Figura 13: Imagem sugerida para identificar a alquimista Maria, a hebreia



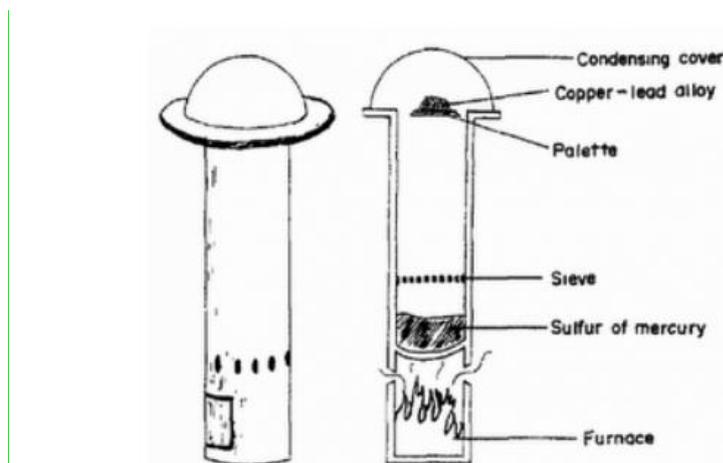
Fonte: Cópia da reprodução extraída de Michael Maier, *Symbola aureae duodecim nationum* (Frankfurt-am-Main, 1617)

TEXTO INTRODUTÓRIO

Maria viveu no Egito por volta do ano 273 a.C. No entanto, alguns pesquisadores a situam na época de Aristóteles (384–322 a.C.). Esse é o primeiro de tantos outros mistérios que cercam esta mulher que teve seu destaque na alquimia.

- 4) Pedir para os estudantes elaborarem hipóteses de como era o banho maria feito por ela naquela época. Nesse momento, contextualizar a época vivida por Maria e os materiais que estão disponíveis para ela. Pedir para as crianças desenharem como era o artefato utilizado por ela.
- 5) Após o momento de elaboração das hipóteses das crianças, apresentar o artefato utilizado por Maria, a hebreia e comparar com os desenhos feitos pelos estudantes.

Figura 14: Artefato histórico para realização do banho maria



Fonte: Cópia da reprodução extraída de Michael Maier, *Symbola aureae duodecim nationum* (Frankfurt-am-Main, 1617)

- 6) Após os estudantes serem apresentados pelo artefato feito pela alquimista pedir para que elas relatem “Quais as diferenças do Banho Maria de sua época para o Banho Maria da receita?”. Aqui, sugerimos que anote as principais características que foram ressaltadas pelas crianças.

DIALOGANDO

Este é o momento da estratégia didática que a habilidade da BNCC será contemplada no sentido de identificar a mudança dos materiais do passado e do presente. Sugerimos ressaltar, que no Banho Maria de hoje, não utilizamos mais compostos com mercúrio, pois são muito prejudiciais à saúde. Mas, além de utilizarmos o calor com mais segurança, pois não temos contato com a chama, os recipientes não são mais feitos de cobre, possibilitando um manuseio mais adequado.

É importante mencionar que os alunos devem ter autonomia para reconhecer essas distinções de materiais. Para isso, sugerimos que seja feito um protótipo do artefato em que se fazia o banho maria no passado. Para que, dessa forma, os alunos identifiquem melhor essas diferenças.

INTEGRANDO

Em nossa pesquisa para a elaboração do livro *Cientista para Crianças*, houve a necessidade de integrarmos alguns momentos da estratégia didática com outras áreas do conhecimento do currículo regular. Ou seja, conceitos de Matemática, Língua Portuguesa, História e de Geografia.

Lembramos que esses momentos são de caráter opcional, podendo ser trabalhados ou não, ficando a critério do professor ampliar as fronteiras ou seguir com uma única estratégia didática.

LÍNGUA PORTUGUESA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA BANHO MARIA – UMA AULA DE CIÊNCIAS NA COZINHA

TEMPO: 20 minutos

(EF02LP18) Planejar e produzir cartazes e folhetos para divulgar eventos da escola ou da comunidade, utilizando linguagem persuasiva e elementos textuais e visuais (tamanho da letra, leiaute, imagens) adequados ao gênero, considerando a situação comunicativa e o tema/assunto do texto.

Aqui, sugerimos que o professor proponha a elaboração de um folheto coletivo de divulgação para a comunidade escolar, expondo a evolução dos materiais para a realização do banho maria, e a importância da troca de materiais para a saúde humana e para a facilidade do manuseio, tanto na cozinha, como no laboratório de pesquisa. Esse momento precisa ser feito ao final da estratégia didática.

MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA BANHO MARIA – UMA AULA DE CIÊNCIAS NA COZINHA

TEMPO: 20 minutos

(EF02MA14) Reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera), relacionando-as com objetos do mundo físico

Essa habilidade de Matemática auxiliará na construção do artefato feito pela alquimista (figura 12). Sugerimos que sejam entregues aos alunos, as figuras geométricas espaciais já montadas (cilindro e esfera) e a imagem do artefato, para que eles montem e

se aproximem de modo mais concreto e visual de como era feito o Banho Maria no passado. Esse momento deve ser realizado no momento 2 da estratégia didática.

GEOGRAFIA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA BANHO MARIA – UMA AULA DE CIÊNCIAS NA COZINHA

TEMPO: 20 minutos

(EF02GE11) Reconhecer a importância do solo e da água para a vida, identificando seus diferentes usos (plantação e extração de materiais, entre outras possibilidades) e os impactos desses usos no cotidiano da cidade e do campo.

Quando analisamos o artefato construído pela alquimista Maria, notamos um composto de mercúrio sendo utilizado em sua estrutura. Dentro dessa mesma perspectiva, podemos perceber a existência desse elemento químico nos termômetros, que quando estão em casa, e por acidente quebram, causam curiosidade das crianças para tocar nesse perigoso elemento.

Para o trabalho com Geografia a partir dessa estratégia didática, sugerimos que sejam apresentados os perigos e impactos do mercúrio, quando o solo e a água são contaminados. Cabe ressaltar que, a apresentação desses fatos, complementarmente as habilidades de Ciências e História, possibilitando que tais habilidades sejam trabalhadas de modo paralelo.

HISTÓRIA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA BANHO MARIA – UMA AULA DE CIÊNCIAS NA COZINHA

TEMPO: 20 minutos

(EF02HI03) Selecionar situações cotidianas que remetam à percepção de mudança, pertencimento e memória.

No momento 2 da estratégia didática, sugerimos trabalhar essa habilidade de História a partir da elaboração de um texto coletivo, por meio do qual, os alunos construirão argumentos de modo colaborativo sobre o porquê de os materiais terem sido substituídos por outros ao longo da história. É importante que o docente que está aplicando essa estratégia didática, estimule pesquisas e apresente os porquês de o mercúrio fazer mal à saúde, e do cobre ter sido substituído pelo alumínio, para que assim, as crianças possam construir o texto com bons argumentos.

ESTRATÉGIA DIDÁTICA 3: ARCO-ÍRIS E NEWTON

Nível de escolaridade: 3º ANO

TEMPO: 100 minutos

Habilidade de Ciências da Natureza - (EF03CI02)

Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano).

- 1) Escolher um desenho da cultura popular da infância para iniciar a apresentação do fenômeno do Arco-íris.

Figura 15: Trecho do vídeo sugerido para despertar curiosidade e imaginação pelo fenômeno do arco-íris



Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=U_bWo4Wtf9I Acesso em 16 de novembro de 2021

DIALOGANDO:

Muitas vezes trabalhamos o fenômeno científico deslocado do interesse dos alunos, e sabendo que o desenho “My little Ponny” faz muito sucesso entre as crianças, principalmente com as meninas, garantimos aqui, uma oportunidade do protagonismo feminino nas aulas de ciências.

Cabe ressaltar que o desenho sugerido pode ser substituído por qualquer outro que trate a temática do arco-íris como sendo central em sua trama. Além dos desenhos, podemos apresentar experiências reais como a visualização do arco-íris no céu, nos dias em que eles apareçam.

2) Como Isaac se tornou Newton?

TEXTO 1: Os primeiros passos: o caminho se faz caminhando... inclusive o de Isaac Newton

Isaac Newton nasceu em uma fazenda, no nordeste da Inglaterra em 1642. Já nasceu enfrentando um grande desafio: era órfão; seu pai já havia falecido. Seu parto foi complicado, e aparentemente, prematuro. Isaac era um bebê minúsculo, tanto que cabia em um caneco, por isso, ninguém acreditava que fosse sobreviver.

Quando Newton tinha apenas três anos, sua mãe, Hannah, casou-se com o Reverendo da Igreja Anglicana, Barnabas Smith. Ela foi morar com o Reverendo e deixou Newton aos cuidados de sua avó materna. Essa separação produziu no pequeno Newton um sentimento de revolta, afetando profundamente a sua personalidade.

Depois de sete anos, com a morte do atual marido, a mãe volta para casa e ao reencontro de Newton, agora com os três filhos do novo casamento. A alegria pela volta de sua mãe foi ofuscada, pois Newton, com dez anos, não gostou de ter que dividir a atenção com seus novos irmãos, e, assim, passou uma infância solitária. O isolamento continuaria sendo uma característica marcante de sua vida.

O convívio de Newton com a mãe e seus irmãos durou pouco tempo, pois durante a sua adolescência, ele se mudou para uma cidade próxima para estudar. Nessa nova cidade, foi morar com um farmacêutico, sr. Clark e com seus três filhos, um menino e duas meninas. Durante essa estadia, Newton investiu o dinheiro que sua mãe mandava em livros e ferramentas.

Nessa época, Isaac construiu um moinho de vento, uma nova tecnologia; um carrinho em que ele podia entrar e guiar, e até uma pipa com uma lanterna em sua cauda para empinar de noite. Essa “geringonça” aterrorizava e encantava a vizinhança, e todos comentavam sobre esse seu último invento.

No início de junho de 1661, Newton partiu para estudar em Cambridge. O Colégio Trinity, no qual foi aceito, gozava de grande prestígio e autonomia na Inglaterra, e nele, existiam duas categorias para estudantes: a primeira era para os alunos que poderiam pagar as taxas da Universidade e do alojamento, e tinham inúmeros prestígios; já a

segunda categoria, era para aqueles que não podiam pagar, e tinham que prestar serviços à Universidade, como na limpeza ou na cozinha do local.

Newton se encaixou na segunda categoria, pois apesar de sua mãe ter condições de pagar as taxas e proporcionar uma vida mais confortável ao filho, pelo que parece, ela quis colocá-lo à prova. Mas isso não o parou, Newton trabalhava na cozinha e ainda realizava vários experimentos. Certa vez, por exemplo, ele abriu uma enguia, e pôde perceber que seu coração pulsava em uníssono, após parti-lo em quatro partes.

Na Universidade, Newton ainda era muito isolado, até que encontrou John Wilkins, que foi uma das poucas pessoas com quem Newton teve uma amizade duradoura em toda sua vida, e ainda exerceu grande papel de colaborador nos trabalhos do jovem cientista. Newton passava grande parte do tempo estudando, de forma que seu companheiro de quarto pensava que ele iria morrer de tanto estudar, pois esquecia até mesmo de comer durante esses momentos.

Newton teve vários desafios na Universidade, talvez o maior deles seria o de não concordar com a forma como a Matemática era ensinada, tanto que um professor chamado Isaac Barrow, o ajudou a obter seu título. O professor apreciava o talento e a determinação que Newton demonstrava nos estudos.

Quer saber mais? O livro *Newton: a órbita da Terra em um copo d'água* de Eduardo de Campos Valadares, é excelente!

3) Newton e o arco-íris: uma relação com a Bíblia

TEXTO 2: A religião e Newton: impulsionando investigações

Você já deve ter ouvido falar que religião e ciência não se misturam mas essa não é uma verdade quando pensamos em Newton, um dos cientistas mais reconhecidos de todos os tempos.

Quando começou a estudar óptica, Newton fez uma alteração no telescópio proposto por Galileu, que melhorou muito a observação do céu. Além disso, o telescópio newtoniano conferiu fama mundial e reconhecimento da Sociedade Real de Ciências. Após um tempo, informou ao secretário geral da Sociedade, que não iria mais fabricar telescópios, pois começaria a se dedicar em estudos bíblicos.

Ou seja, até mesmo os estudos que envolviam a ciência, tinham uma forte motivação religiosa. Newton sentia uma profunda necessidade interior de se aproximar com Deus, por meio do que julgava serem as manifestações divinas ao alcance do mundo material. E, assim, ele focou a sua atenção em um extenso e sistemático estudo sobre a Bíblia. O cientista comparou diversas versões das Sagradas Escrituras, e descobriu que a Trindade tinha sido introduzida de modo que as pessoas começaram a cultuar em seus momentos religiosos, três deuses, e não apenas um Deus, como Newton acreditava.

Dentro dessa perspectiva, podemos relacionar as pesquisas de Newton e a Bíblia, com os estudos sobre arco-íris, fenômeno que é explorado nas sagradas escrituras. Newton concluiu que cada gotícula de água na formação do arco-íris atuava individualmente como um pequeno prisma, que iria decompor a luz do Sol. Para essa conclusão, ele realizou um experimento simples para produzir artificialmente um arco-íris: utilizou uma mangueira para borrifar água contra o Sol, produzindo, assim, gotículas como a da chuva.

Portanto, é recente essa história que ciência e religião são antagônicas, que não conversam, uma vez que temos o exemplo de Newton como um grande estudioso da Ciência e da Religião, que à sua maneira, aliou em sua vida essas duas vertentes.

Quer saber mais? O livro Newton: a órbita da Terra em um copo d'água de Eduardo de Campos Valadares, é excelente!

DIALOGANDO:

Neste momento, é a hora de humanizar os estudos que Newton fez com o arco-íris. É muito comum pensarmos que o cientista não passou por nenhuma dificuldade, que teve uma vida plena. No entanto, o texto 01 mostra que não foi isso que aconteceu com Isaac Newton, e que existiram muitas dificuldades a serem enfrentadas em seu desenvolvimento.

Já no texto 02, podemos observar a relação que Newton tinha com a religião, o que foi um dos motivos do interesse pelo arco-íris e o início dos seus estudos. É comum observarmos uma relação de conflito entre ciência e religião. Contudo, está aqui uma grande oportunidade de estabelecer uma relação dialógica entre razão e fé.

Esse momento de humanização está em consonância com a BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

Use a estratégia didática que preferir: uma exposição dialogada do conteúdo dos dois textos, um teatro, ou uma adaptação dos textos à realidade da turma.

5) Roda de Conversa: O arco-íris como um fenômeno científico

Neste momento, utilizaremos um experimento simples para apresentar a refração aos alunos. Pode-se mergulhar uma colher dentro de um copo de água, ou então, expor a imagem para o aluno. É importante que sejam implementadas rodas de conversas para garantir a construção coletiva do conceito.

Sugestão de imagem a ser utilizada:

Figura 16: Imagem exemplificando a refração



Fonte: Disponível em: <http://www.explicatorium.com/cfq-8/refracao-da-luz.html> Acesso em 15 de novembro de 2021

DIALOGANDO

Esta é a hora de ensinar o conceito. Mas lembre-se: não é necessário que o aluno decore o conceito, mas é importante que ele fundamente bases para a trajetória escolar que ainda está por vir. Para isso, o formato de roda de conversas

proporciona uma construção coletiva do conceito, possibilitando a construção de um paralelo entre o que foi assimilado pelos alunos e o conceito de refração.

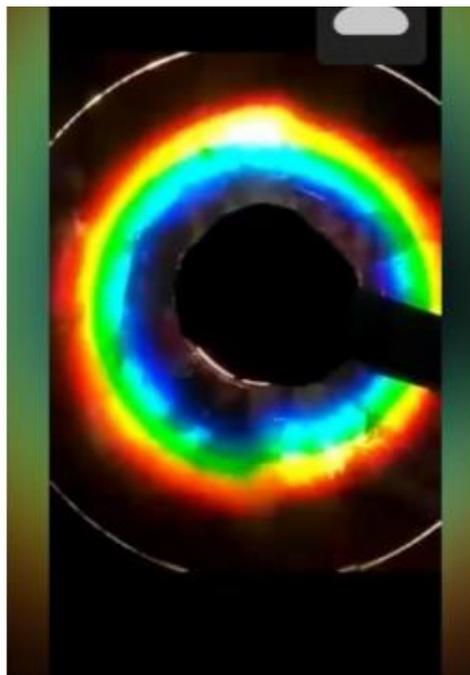
6) Experimentando

O EXPERIMENTO é sempre o melhor momento para conjugar o verbo experimentar, favorecendo um ambiente para a criação de hipóteses, e para a elaboração de procedimentos que irão reproduzir o arco-íris dentro da sala de aula.

Para este experimento serão necessários:

- Copo com água;
- CD ou DVD;
- Lanterna.

Figura 17: Resultado do experimento proposto para a reprodução do arco-íris



Fonte: Autor

DIALOGANDO:

O experimento é o momento ideal para articular o lúdico do momento inicial e os conceitos trabalhados ao longo da atividade. Logo, é importante o preparo de momentos durante essa atividade que estimulem a articulação entre o real e a fantasia, potencializando a imaginação e a criatividade na elaboração de histórias. Sugerimos que neste momento, seja realizada uma avaliação das histórias contadas pelas crianças através

de um desenho que relacione o fenômeno científico do Arco-íris e a animação escolhida no início da estratégia didática em que as personagens expliquem o que foi apreendido, possibilitando assim a divulgação científica feita pelas crianças.

INTEGRANDO

Em nossa pesquisa para a elaboração do livro Cientista para Crianças, houve a necessidade de integrarmos alguns momentos da estratégia didática com outras áreas do conhecimento do currículo regular. Ou seja, conceitos de Matemática, Língua Portuguesa, História e de Geografia.

Lembramos que esses momentos são de caráter opcional, podendo ser trabalhados ou não, ficando a critério do professor ampliar as fronteiras ou seguir com uma única estratégia didática.

LÍNGUA PORTUGUESA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA ARCO-ÍRIS E NEWTON

TEMPO: 30 MINUTOS

(EF03LP01) Ler e escrever palavras com correspondências regulares contextuais entre grafemas e fonemas – c/qu; g/gu; r/rr; s/ss; o (e não u) e e (e não i) em sílaba átona em final de palavra – e com marcas de nasalidade (til, m, n)

No momento 2 “Como Isaac se tornou Newton?” e/ou no momento 3 “Newton e o arco-íris: uma relação com a Bíblia”, sugere-se adaptar os textos de acordo com o nível de leitura das crianças e, em leitura conjunta, identificar correspondências regulares contextuais entre grafemas e fonemas – c/qu; g/gu; r/rr; s/ss.

Sugerimos, ainda, uma exposição dialogada nos momentos 2 e 3, podendo-se até mesmo acrescentar outro texto, como por exemplo, a letra da música “Tarde em Itapuã”, de Toquinho, que fala de arco-íris, a qual também pode ser ouvida no momento 6, quando as crianças estarão fazendo o experimento. Dessa forma, todo o processo ficará contextualizado e favorável para a aprendizagem significativa.

MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA ARCO-ÍRIS E NEWTON

TEMPO: 20 MINUTOS

(EF03MA01) Ler, escrever e comparar números naturais de até a ordem de unidade de milhar, estabelecendo relações entre os registros numéricos e em língua materna.

Sugerimos iniciar um trabalho comparativo com o texto 01 da estratégia didática, contextualizando as perguntas de acordo com os alunos, de modo que eles utilizem com autonomia os números por meio de datas, para o registro de informações pessoais e biográficas sobre o cientista em questão.

Trechos do Texto 01:

“Isaac Newton nasceu em uma fazenda, no nordeste da Inglaterra em 1642.”

Após o destaque desse trecho, realizar os questionamentos:

- Em que ano você nasceu?
- Em que ano nós estamos?

“No início de junho de 1661, Newton partiu para estudar em Cambridge. O Colégio Trinity, que foi aceito, gozava de grande prestígio e autonomia na Inglaterra. ”

Após o destaque desse trecho, realizar os questionamentos:

- Em que ano você começou a estudar na sua escola?
- Quantos anos Newton tinha quando entrou no Colégio Trinity?
- Quantos anos você tinha quando começou a estudar na sua escola?

GEOGRAFIA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA ARCO-ÍRIS E NEWTON

(EF03GE01) Identificar e comparar aspectos culturais dos grupos sociais de seus lugares de vivência, seja na cidade, seja no campo.

TEMPO: 20 MINUTOS

Propor uma pesquisa na cidade, ou apresentar de modo comparativo no momento de exposição dialogada, o texto 01, a fim de aproximar a criança do contexto de desenvolvimento humano de Isaac Newton.

Trecho do Texto 01:

“Isaac Newton nasceu em uma fazenda, no nordeste da Inglaterra em 1642.”

Após o destaque desse trecho, realizar os questionamentos:

- Na sua cidade ainda existem locais com fazenda?
- As pessoas que vivem lá têm o mesmo hábito das pessoas que vivem na cidade?

Neste momento de aplicação, o docente pode apresentar as fazendas da cidade por meio de imagens, assim como os hábitos que lá existem. Ou então, pode pedir uma pesquisa para os alunos, após a exposição dialogada do texto.

HISTÓRIA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA ARCO-ÍRIS E NEWTON

TEMPO: 15 MINUTOS

(EF03HI06) Identificar os registros de memória na cidade (nomes de ruas, monumentos, edifícios etc.), discutindo os critérios que explicam a escolha desses nomes.

Sugerimos que este momento seja aplicado no início da estratégia didática, apresentando por imagens, ruas ou lugares da cidade onde os alunos vivem, que fazem referência à ciência. Introduzindo esses nomes a fim de mostrar que as crianças estão inseridas em um contexto, e que conhecerão as pessoas que deram nome às ruas, aos monumentos ou aos edifícios.

ESTRATÉGIA DIDÁTICA 4: LAVOISIERE A CALCINAÇÃO DE METAIS

Nível de escolaridade: 4º ANO

TEMPO: 100 minutos

Habilidade de Ciências da Natureza - (EF04CI02)

Testar e relatar transformações nos materiais do dia a dia quando expostos a diferentes condições (aquecimento, resfriamento, luz e umidade).

1) Contextualização

De forma prática, com base em experiências observacionais relacionadas à vida cotidiana.

Pedir para os alunos observarem se no portão de casa, no carro dos pais, bicicletas, ou até mesmo na escola (algum objeto), há substâncias enferrujadas.

Após observarem, irão **registrar, pesquisar**, discutir em sala de aula com os colegas e argumentar o que perceberam.

A partir da contextualização, explicar sobre a ferrugem para as crianças. Pode-se perguntar para elas o que se deve fazer para proteger o ferro do contato com a água e com o ar, em diferentes casos.

DIALOGANDO

Sugerimos que neste momento, a turma de estudantes circule pela escola e observe em portas, janelas e em outros materiais, se há ferrugem ou algum tipo de corrosão. Entendemos que a quantidade de alunos limite o percurso na escola, então, caso ocorra essa impossibilidade, pode-se utilizar imagens para mostrar objetos enferrujados.

2) Mas quem foi Lavoisier?

TEXTO 01

LAVOISIER: MUITO ALÉM DE UM LABORATÓRIO

Antoine Laurent Lavoisier nasceu em 1743. Seu pai era advogado e procurador do Parlamento de Paris, e sua mãe faleceu quando Antoine completou

5 anos de idade. Com essa morte, seu pai foi morar com a mãe e a irmã de sua esposa falecida, as quais proporcionaram ao jovem Lavoisier carinhos e cuidados durante toda sua infância e sua adolescência.

Os pais de Lavoisier eram muito ricos, o que possibilitou que o jovem tivesse a melhor educação possível, já que poderiam pagar a escola mais bem-conceituada da França. E foi nessa escola, que teve seu primeiro contato com a Química. Antoine entrou na universidade licenciando-se em Direito no ano de 1764. Apesar disso, a carreira de advogado não o atraía. Assim, ele se interessou particularmente pela área das ciências, seguindo cursos de professores renomados da área da Botânica, da Matemática, da Química e da Geologia. Em 1765, a Academia de Ciências abriu um concurso sobre o “melhor meio de iluminar durante a noite as ruas de uma grande cidade”. Lavoisier decidiu se inscrever e passou seis semanas em um cômodo recoberto de preto, onde testou todo tipo de lanterna e combustíveis. Sua conclusão foi favorável ao uso do azeite de oliva. Nesse momento, já estava clara uma preocupação que o acompanharia por toda vida: a de que a ciência também deve se preocupar com a sua aplicação e com o bem comum.

Passado mais um tempo, em 1768, a Academia das Ciências abre uma vaga devido à morte do químico Baron, e o nome de Lavoisier começa a ser pensado para compor o grande hall dos cientistas. Contudo, o escolhido pelo rei para ocupar essa vaga foi o mineralogista Jars, mas Lavoisier ocupou um posto chamado “acadêmico adjunto”, até que surgisse uma vaga efetiva, o que aconteceu no ano seguinte com a morte do próprio Jars.

Ainda no ano de 1768, Lavoisier passa a fazer parte da Ferme Générale, uma companhia privada que arrecadava impostos do povo e repassava, em troca, uma soma fixa para o governo. A decisão de se associar à Ferme Générale causou muita surpresa, visto que essa não era uma companhia bem vista de modo geral, devido à forma dura como cobrava os impostos. Por isso, essa decisão trouxe consequências muito dramáticas para ele dentro da Academia das Ciências. O jovem parecia se preparar para uma vida puramente intelectual, até que se lança ao mundo das finanças, o que não era comum. Para alguns, essa decisão se enquadrava perfeitamente dentro da decadência de valores morais da época. O fato é que quando Lavoisier se associou à Ferme Générale, o seu volume de trabalho aumentou consideravelmente, muitas vezes tendo que se ausentar de

Paris. Todavia, fazia isso sem jamais se descuidar de suas pesquisas científicas e de suas ocupações na Academia das Ciências, a qual sempre solicitava de seus membros, trabalhos científicos específicos.

As suas pesquisas na companhia de impostos o conduziram ao casamento. Com 28 anos, Lavoisier se casa com Marie-Anne Paulze, filha de outro membro da companhia. Naquela época, os casamentos eram arranjados, e com 14 anos, Marie-Anne se casaria com um homem bem mais velho e com uma pequena fortuna. Lavoisier era muito mais novo e com uma fortuna muito maior, o que favoreceria mais ao pai de Marie-Anne. Pelo que se sabe, o casal foi muito feliz e não teve filhos. Madame Lavoisier foi uma grande colaboradora no trabalho de seu marido, sempre o acompanhando, e traduzindo importantes obras de químicos da Inglaterra, para que ele tivesse acesso a essas leituras de modo integral. Ela era uma típica mulher do século XVIII, tinha um grande entusiasmo pelas novas ideias, e até o fim de sua vida, o seu salão foi frequentado pelas personalidades culturais mais ilustres da época.

Já em 1772, Lavoisier ocupava a classe química na Academia das Ciências. Em 1775, ingressa na administração de pólvora e de salitre - a pólvora francesa era de péssima qualidade e, pelo que dizem, a França chegou a perder uma guerra por consequência disso. No ano seguinte de seu ingresso, foi morar em Arsenal, onde permaneceu até 1791. Ali, instalou seu laboratório onde se encontravam os aparelhos mais precisos da época.

A pesquisa que Lavoisier desenvolveu com a pólvora foi de grande eficácia. A preparação cuidadosa e científica fez desse material um dos melhores da época, além de permitir o seu armazenamento em grande quantidade. Mas o trabalho de excelência de Lavoisier e sua equipe não foi fácil. Em 1788, houve uma grande explosão em uma fábrica. No entanto, Lavoisier saiu momentos antes do acontecimento.

Como se fosse “pouco” o que já fazia, Lavoisier também se ocupava da superintendência sobre o direito de entrada em Paris. O contrabando naquela época era enorme, e Lavoisier propôs construir um muro em Paris, para evitar tais ocorridos. E após alguma demora, o projeto foi aprovado. Contudo, houve grande indignação popular, pois dizia-se que a construção tirava de Paris a possibilidade de respirar ar puro.

Em outra ocasião, já em período da Revolução Francesa, Lavoisier saiu de Paris com um pouco de pólvora e foi acusado de querer privar o povo de armas defensivas. Houve, assim, o começo de um motim, mas logo tudo foi esclarecido. Contudo, esse incidente não contribuiu para a boa reputação de Lavoisier.

Quer saber mais? O livro Lavoisier na sala de aula de Lucas Peres Guimarães, é excelente!

DIALOGANDO

Neste momento, é hora de humanizar o cientista Lavoisier. É muito comum pensarmos que o cientista não passou por nenhuma dificuldade, que teve uma vida plena. Mas o texto 01 mostra que não foi bem isso que aconteceu, e que existiram muitas outras faces de Lavoisier que precisam ser analisadas e conhecidas.

Sugerimos, aqui, que o professor use a estratégia didática que preferir, seja uma exposição dialogada do conteúdo dos dois textos, um teatro, ou adaptação dos textos à realidade da turma.

3) Experimento

Como a habilidade da BNCC pede que sejam feitos testes da transformação dos materiais, sugerimos então um experimento de limpeza de objetos de prata, que logo ficam enegrecidos pela ação do oxigênio com o metal, fato esse que evidencia o trabalho visto anteriormente de calcinação dos metais.

Encha o recipiente com 1 litro de água, 3 colheres de sopa de sal e 3 colheres de sopa de bicarbonato de sódio; coloque um pedaço pequeno de papel alumínio dentro da água; acrescente também seus objetos de prata; deixe de molho por alguns minutos e em seguida retire-os, lave em água corrente e seque bem.

Os alunos irão praticar o registro dessas pesquisas compartilhando resultados com os colegas por meio de argumentação. Com construção de relato pessoal e construção do texto coletivo.

DIALOGANDO

Faremos um experimento com foco na lei de conservação das massas, ou seja, os alunos irão prever de onde vem/surge a ferrugem, considerando a lei de conservação de massas para a análise da reação de corrosão.

INTEGRANDO

Em nossa pesquisa para a elaboração do livro Cientista para Crianças, houve a necessidade de integrarmos alguns momentos da estratégia didática com outras áreas do conhecimento do currículo regular. Ou seja, conceitos de Matemática, Língua Portuguesa, História e de Geografia.

Lembramos que esses momentos são de caráter opcional, podendo ser trabalhados ou não, ficando a critério do professor ampliar as fronteiras ou seguir com uma única estratégia didática.

LÍNGUA PORTUGUESA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA LAVOISIER E A CALCINAÇÃO DE METAIS

TEMPO: 15 MINUTOS

(EF35LP05) Inferir o sentido de palavras ou expressões desconhecidas em textos, com base no contexto da frase ou do texto.

Nesta estratégia didática, é importante trabalhar o texto “**LAVOISIER: MUITO ALÉM DE UM LABORATÓRIO**”, é necessário que essa habilidade de Língua Portuguesa seja trabalhada durante a leitura do texto, tendo em vista que existem palavras nesse contexto que não são do cotidiano da criança, como **REVOLUÇÃO, ACADEMIA DE CIÊNCIAS, PARLAMENTO, GEOLOGIA**, entre outras.

Neste momento de aplicação, o docente pode questionar os alunos sobre os possíveis significados das palavras até então “desconhecidas”, ou pouco usadas por eles, de modo que, coletivamente, sejam construídos conceitos coerentes, com base no que os alunos já sabem previamente, e com o contexto na qual a palavra está inserida.

MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA LAVOISIER E A CALCINAÇÃO DE METAIS

TEMPO: 30 MINUTOS

(EF04MA14) Reconhecer e mostrar, por meio de exemplos, que a relação de igualdade existente entre dois termos permanece quando se adiciona ou se subtrai um mesmo número a cada um desses termos.

No trabalho da lei de conservação das massas que será analisado na experimentação, é muito importante que os alunos reconheçam a relação de igualdade de massa que existe entre o produto e o reagente da reação química que analisaremos no experimento sugerido.

ESTRATÉGIA DIDÁTICA 5: O TELESCÓPIO COMO RECURSO PARA DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA

TEMPO: 100 minutos

(EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.

1) Pensando o telescópio

TEXTO 01: A CONSTRUÇÃO DO TELESCÓPIO

Galileu Galilei, astrônomo italiano, parece considerar que o primeiro inventor do telescópio foi um simples fabricante de óculos comuns da Holanda. Certo é que em fins de 1608, notícias sobre a descoberta de um certo instrumento holandês, através do qual um objeto embora distante, até mesmo a duas milhas do observador, podia ser visto claramente como se estivesse perto, foram largamente difundidas.

Sendo assim, na Itália, o polímata Paolo Sarpi, foi o primeiro a ouvir falar da invenção holandesa do telescópio. Isso ocorreu em novembro de 1608, quando chegou às suas mãos, uma cópia de um jornal impresso, que circulou amplamente por toda a Europa, relatando a recente visita de uma embaixada do rei de Sião e de um general espanhol à Haia, e no qual se encontrava uma descrição da nova invenção. Apesar disso, Galileu parece não ter tido notícias acerca do telescópio (ou não deu crédito a elas), até julho de 1609, quando, em visita à Veneza, a fim de verificar as perspectivas de ter seu salário aumentado, ficou sabendo, por intermédio de amigos, da existência de tal instrumento.

Esse episódio é narrado por Galileu no folheto “Sidereus Nuncius”, escrito nos primeiros meses de 1610 e publicado em 12 de março de 1610, no qual são descritas suas primeiras observações telescópicas.

“Há cerca de dez meses chegou aos meus ouvidos uma notícia de que um certo belga tinha construído um pequeno telescópio por meio do qual objetos visíveis, embora muito distantes dos olhos do observador, eram vistos claramente como se estivessem perto. Deste efeito, verdadeiramente notável, várias experiências foram relatadas, às quais algumas pessoas davam crédito enquanto outras as recusavam. Uns poucos dias mais tarde, a notícia me foi confirmada em uma carta de um nobre francês de Paris, Jacques Badovere, que me motivou a dedicar-me sinceramente à investigação do meio pelo qual eu podia

chegar à invenção de um instrumento similar”. (GALILEI, G. Sidereus..., Opere di Galileo, vol. III, p. 60).

Texto extraído de ÉVORA (1989), A DESCOBERTA DO TELESCÓPIO: FRUTO DE UM RACIOCÍNIO DEDUTIVO? No Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

DIALOGANDO

Nesta estratégia didática, é importante realizarmos uma exposição dialogada ou trabalhar com o texto acima demonstrando aos alunos o caminho da invenção do telescópio. Destacando que não há o “eureka”, uma “ideia genial”. Mas, sim, uma necessidade que vai sendo construída de modo coletivo entre os pares. É importante ressaltar os nomes que estão postos no texto, para os alunos perceberem essa construção coletiva.

2) Construção da luneta e do microscópio em sala

Figura 18:microscópio feito de materiais recicláveis



Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/479422322833089214/> Acesso em 05 de dezembro de 2021

Para a construção do microscópio de materiais recicláveis precisaremos de:

- 1 embalagem de amaciante;
- 1 rolo de papel toalha ou papel alumínio;
- Tesoura ou estilete;

- 1 papel cartão ou 1 pedaço de papelão;
- Lentes de aumento.

Com o auxílio da tesoura, devemos cortar a tampa e uma parte da embalagem do amaciante conforme a figura 16. Após, encaixamos a lente no rolo de papel e depois, na tampa. Para finalizar, basta colocarmos o papelão ou o papel cartão e o que será analisado/observado, acima dessa base.

O mais difícil de ser feito nesse experimento é o encaixe da lente, mas precisamos entender que ainda que não seja possível consegui-la, podemos sugerir que o aluno olhe no microscópio e imagine essa aproximação no objeto que escolher.

Figura 19: luneta feita de materiais recicláveis



Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2013/01/como-se-faz-uma-luneta-caseira> Acesso em 05 de dezembro de 2021

Para montar a luneta, precisaremos de:

- Duas lentes de aumento - com diâmetro de mais ou menos 3 cm (vai funcionar melhor se uma for maior do que a outra);
- Um tubo de papelão - pode ser de papel toalha ou filme plástico;
- Fita adesiva;
- Tesoura ou estilete;

- Lápis ou caneta;
- Uma régua, trena ou fita métrica;
- Folha de jornal ou revista.

Para a luneta, devemos pegar as duas lentes de aumento e uma folha de jornal ou de revista, segurar uma das lentes de aumento (a maior) entre o aluno ou o professor (quem estiver construindo o instrumento), e o papel. Assim, a imagem vai parecer borrada. Depois, colocamos a segunda lente entre um olho e a primeira lente de aumento; movemos a segunda lente para frente ou para trás até conseguirmos ver a folha com nitidez. Podemos reparar, até então, que as imagens e palavras vão aparecer maiores e de cabeça para baixo. Essa última característica pode parecer meio estranha ao observarmos certas coisas, como pássaros, por exemplo, mas não é considerado um problema durante uma observação celeste.

Após esse processo, medimos e anotamos a distância entre as duas lentes de aumento, marcando dois pontos no tubo, com a distância medida. Depois, fazemos um corte mais ou menos com a medida das lentes no tubo de papelão, perto da abertura da frente, com cuidado para não cortarmos o tubo inteiro, assim, a lente deve ficar encaixada no tubo. Ao fazermos mais um corte no tubo, na segunda marcação, encaixamos a segunda lente. A maior lente deve ficar na frente do tubo e a menor, mais para trás. Por fim, prendemos com a fita adesiva e deixamos no máximo 2 cm de tubo atrás da lente menor, e cortamos o que sobrar dele.

DIALOGANDO

Neste momento, é importante conhecermos um pouco sobre lentes, como as diferenças que existem entre as lentes dos telescópios, da luneta e do microscópio. Isso deve ser um dos principais objetivos desse segundo momento. Além disso, podemos inserir os conceitos de lentes côncavas e convexas, ou apenas dizer a diferença do foco da lente sem entrar no nome delas, já que os alunos verão essas particularidades mais adiante.

INTEGRANDO

Em nossa pesquisa para a elaboração do livro *Cientista para Crianças*, houve a necessidade de integrarmos alguns momentos da estratégia didática com outras áreas do conhecimento do currículo regular. Ou seja, conceitos de Matemática, Língua Portuguesa, História e de Geografia.

Lembramos que esses momentos são de caráter opcional, podendo ser trabalhados ou não, ficando a critério do professor ampliar as fronteiras ou seguir com uma única estratégia didática.

LÍNGUA PORTUGUESA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA: O TELESCÓPIO COMO RECURSO PARA DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA

TEMPO: 30 minutos

(EF05LP18) Roteirizar, produzir e editar vídeo para vlogs argumentativos sobre produtos de mídia para público infantil (filmes, desenhos animados, HQs, games etc.), com base em conhecimentos sobre os mesmos, de acordo com as convenções do gênero e considerando a situação comunicativa e o tema/ assunto/finalidade do texto.

Sabendo que “vlog” é a abreviação de videoblog (vídeo + blog), um tipo de blog em que os conteúdos predominantes são os vídeos, sugerimos que, durante o processo de confecção do telescópio e do microscópio, sejam produzidos vlogs, estrelados pelos alunos, que em seguida, devem ser disponibilizados nas redes sociais da comunidade escolar.

MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DIDÁTICA: O TELESCÓPIO COMO RECURSO PARA DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA

TEMPO: 10 minutos

(EF05MA14) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.

Nesta estratégia didática, é necessário relacionar as dimensões e as localizações que um microscópio e um telescópio conseguem fazer. Sugerimos que essa atividade seja

realizada após o momento 2, e que sejam representadas as imagens do telescópio Hubble e do microscópio eletrônico com suas respectivas dimensões.

FAÇA VOCÊ MESMO

É muito importante você ter chegado até aqui, professor (a)! Agora, é o momento de exercitar a sua autonomia na elaboração de próprias estratégias didáticas. Para isso, deixamos aqui alguns caminhos que você pode seguir para ser um autor de aulas que considerem o processo de construção do conhecimento científico através da História da Ciência.

Existem muitas outras habilidades da BNCC que podem ser utilizadas no contexto de incorporação da História da Ciência no Ensino, dentre elas, podemos citar:

(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo. – Apresentar a bióloga Rachel Carson, relacionando-a com seu livro “Primavera silenciosa”.

(EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas. – Relacionar essa habilidade com o episódio histórico de Carlos Chagas e a Doença de Chagas.

(EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras. – Podemos relacionar essa habilidade com Michael Faraday e seu episódio histórico com a eletricidade.

Essas e outras habilidades (mesmo não listadas), que sejam relacionadas à História da Ciência e o Ensino, podem começar com o seguinte modelo de estratégia didática:

- **CONTEXTUALIZAÇÃO:** momento dedicado ao contexto que a atividade será desenvolvida, podendo ser um desenho ou uma música de interesse dos alunos ou uma história relativa ao assunto. Esse é o momento que devemos nos certificar que o assunto não cairá de paraquedas.
- **INTERAÇÃO:** momento dedicado à participação ativa dos alunos. Em nossas estratégias didáticas, por exemplo, fizemos bastantes experimentos, mas, também, podem ser feitos dramatizações, criação de vídeos e desenhos.

- **INTEGRAÇÃO:** o momento de integração é quando nos dedicamos a integrar outras áreas do conhecimento dentro da estratégia didática de Ciências, podendo ser Língua Portuguesa, Matemática, História e Geografia ou apenas as duas primeiras. Uma vez que observamos que no 4º e 5º anos, os assuntos de História e Geografia são altamente temáticos, o que muitas vezes impossibilita estabelecermos uma relação clara entre os assuntos.

É importante ressaltarmos a necessidade do protagonismo do aluno nas atividades, e, ainda, do protagonismo docente na proatividade e na realização de estratégias didáticas que sejam colaborativas, reflexivas e inovadoras dentro do contexto social em que vivemos atualmente.

Este livro se propõe a ser subversivo, à medida que não possui considerações finais, mas passa o bastão para você, leitor, continuar produzindo estratégias didáticas que tenham como objetivo democratizar o Ensino de Ciências.

No apêndice encontram-se alguns textos de História da Ciência já decodificados em uma linguagem mais simples e que ainda podem ser adaptados a novas sequências didáticas e assim poderá exercer autoria de suas próprias aulas.

PÓS-FÁCIO

O livro “Cientista para Crianças” começa a nascer em nossa escola, em 2020 introduzimos em nossa escola o Ensino de Ciências como recurso para diversos aprendizados no Ensino Fundamental I, por meio de um projeto chamado de Clube de Ciências, o qual tinha por objetivo fazer o aluno perceber a sua existência em todos os aspectos do dia a dia.

Trabalhar essa área do conhecimento como embasamento para os demais conteúdos desenvolveu em nossos estudantes o interesse ampliado em aprender, utilizando como instrumento o fazer, que é uma prática comum da Ciências em questão, quando bem abordada pelo professor na condução da sua aula.

O livro “Cientista para crianças”, é um próximo passo nessa aproximação do Ensino de Ciências para crianças, nele, existem diversas estratégias didáticas que podem levar a outros docentes a oportunidade da aproximação do mundo da ciência das crianças, e vivenciar em certa medida o que vivemos aqui em nossa escola e assim despertar nas crianças o interesse pelo novo, aguçando a curiosidade para as descobertas científicas que resultam em novos conhecimentos.

As estratégias utilizadas nesse trabalho foram elaboradas por professoras de escolas públicas que têm como principal objetivo levar ao aluno o Ensino de Ciências de modo desafiador, porém, bastante didático, para que seja visto por ele como uma aprendizagem leve e significativa.

Para ser significativa, a aprendizagem precisa fazer sentido na vida do indivíduo. E é dessa forma que esse livro tende a enriquecer o repertório científico e cultural do aluno, pois trabalha a ciência de forma integrada amplia sua visão de mundo, trazendo diversas abordagens em diferentes contextos da realidade.

Atualmente como coordenadora pedagógica, pude viver esse tipo de ensino na rotina escolar de alunos de faixas etárias distintas, o que me fez acreditar na funcionalidade da aprendizagem concreta e na interdisciplinaridade como forma de desenvolver a visão crítica e curiosa de um aluno.

Ser cientista enquanto discente é ser estudioso; é buscar soluções por meio da experimentação; é ir além da resposta pronta; é querer traçar seu próprio caminho. E é por isso que a ciência é tão importante no desenvolvimento das outras disciplinas

trabalhadas na escola, pois é vista pelo aluno como uma ponte que liga um conhecimento ao outro, valorizando a vivência trazida como enriquecimento desse saber.

Portanto, esse é um livro convidativo a todos que querem que seus alunos ultrapassem os limites da sala de aula, no que diz respeito ao crescimento intelectual e ao desenvolvimento humano.

Cecília Coli Castilho Damaceno Matos

Coordenadora Pedagógica

REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. C. B. **Niels Bohr: O Arquiteto do Átomo** - Segunda Edição. 2a. ed. São Paulo: Editora Fundação UNESP, 2006. v. 2000. 199p .

ABD-EL-KHALICK, F. Examining the sources for our understandings about science: enduring conceptions and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, v. 34, n. 3, p. 353-374, 2012.

ADÚRIZ-BRAVO, A. **Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales**. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.

ADÚRIZ-BRAVO, A. Áreas de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales: La naturaleza de la ciencia, en Merino Rubilar, C., Gómez Galindo, A. y Adúriz-Bravo, A. (coords.). **Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales**, 111-125. Bellaterra: Servei de Publicacions de la UAB, 2008.

ALARCÃO, I. (Org.) **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 1996.

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8ªed. São Paulo: Cortez, 2011.

AYMERICH, M.I.; MARTÍNEZ, A.G.; GATICA, M. Q.;ADÚRIZ BRAVO, A. **Historia, filosofía y didáctica de las ciencias : aportes para la formación del profesorado de ciências**. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016.

BARCELOS; N. N. S.; VILLANI, A. Troca entre universidade e escola na Formação docente: uma experiência de Formação inicial e continuada. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 73-97, 2006.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. Algumas propostas para contribuir na formação do cidadão crítico. In: BELTRAN, M. H.R.; TRINDADE, L. dos S. P.. (Org.). **História da Ciência e Ensino: abordagens interdisciplinares**. 1ed.São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, v. 1, p. 17-42.

BERTAGNA-ROCHA, M. **A formação dos saberes sobre Ciências e seu ensino: trajetórias de professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2013.

BIZZO, N. M. V.. **Darwin no telhado das Américas**. 2. ed. São Paulo: Odysseus, 2009. v. 1. 246p .

BOAVIDA, A. M.; PONTE, João Pedro. Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In GTI (Ed.): **Reflectir e investigar sobre a prática profissional** (p. 43- 55). Lisboa: APM, 2002.

BORGES, R. de C. M. B. O professor reflexivo-crítico como mediador do processo de inter-relação da leitura-escrita. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº1, de 15 de Maio de 2006. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia**, licenciatura. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 16 maio. 2006. Seção 1. p. 11.

BRICCIA, V., ALVES, C. M. S., BATISTA, E. S., & SILVA, Z. Ensino de Ciências nas series iniciais: uma investigação diagnóstica no município de Ilhéus/Bahia. In: EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba: **Anais...**, Curitiba, 2008.

CALLEGARIO, L. J.; RODRIGUES JÚNIOR, E.; LUNA, F.J.; MALAQUIAS, I. As Imagens Científicas como Estratégia para a Integração da História da Ciência no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 17(3), 835–852. Dezembro, 2017.

CHALMERS, A. ¿ Qué es esa cosa llamada ciencia? **Editorial Siglo XXI**, México, 1999.

COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S. Relationship of knowledge and practice: Teacher learning in the communities. **Review of Research in Education**, 24, 249-305, 1999

COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S. Teacher Learning Communities. **Encyclopedia of Education**, 2nd Edition. J. Guthrie (eds.). New York: Macmillan, 2002.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

COSTA, N. L. ; PIVA, T. C. DE C. ; SANTOS, N. P. . Maria a judia e a Arte Hermético-Mosaica. **livro de anais scientiarum historia IV**, v. 1, p. 77, 2011.

DAMIANE, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar**, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008

DE SOUZA CRUZ, F. F. **Faraday e Maxwell: Luz sobre os campos..** 1. ed. São Paulo: Odysseus Editora Ltda., 2005. v. 1. 236p .

DINIZ-PEREIRA, J. E.; ZEICHNER, K. M. **A pesquisa na formação e no trabalho docente.** 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011

ELLIOT, J. **La investigación-acción em educación.** 6ª ed. Madrid, Ediciones Morata, 2010.

ELLIOT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, M.C.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M. de A. **Cartografias do Trabalho Docente.** 2ª ed. Campinas, Mercado de Letras, 2011. p. 137-152.

FIORENTINI, D. **Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente.** In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

FIORENTINI, D.; CRECCI, V. Desenvolvimento Profissional Docente: um termo guarda-chuva ou um novo sentido à formação? **Revista Brasileira sobre Formação Docente.** Belo Horizonte. V.5, p. 11 a 23, jan/jul/2013. Disponível em: <http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br>

FLICK, L.B.; LEDERMAN, N.G. (orgs.). **Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education.** Dordrecht: Kluwer, 2004.

FORTES, A. M.; FLORES, M. A. Potenciar o desenvolvimento profissional e a colaboração docente na escola. **Cadernos de Pesquisa**, v.42 n.147, p.900-919 set./dez, 2012.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra LTDA, v. 199, 2007.

GAMA, R. P.; FIORENTINI, D. Formação continuada em grupos colaborativos: professores de matemática iniciantes e as aprendizagens da prática profissional. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.11, n.2, pp.441-461, 2009.

GATICA, M. Q.; ROSALES, S. D.; CASTILLO, H.G.C. (orgs.) **Historia y Filosofía de la Ciencia: Aportes para una “nueva aula de ciencias”, promotora de ciudadanía y valores.** Editorial Bellaterra Ltda, 1 edición, Santiago de Chile, 2014

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, 11(2), 197-212, 1993.

GUALBERTO, P.M. DE A., ALMEIDA, R.. Formação de professores das series iniciais: Algumas considerações sobre a formação matemática e a formação dos professores das licenciaturas em Pedagogia. **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 287-308, 2008.

GUERRA, A.; SILVA, A.P.B., orgs. **História da Ciência e Ensino: Fontes Primárias e Propostas para Sala de Aula.** São Paulo. Livraria da Física, 2015.

GUIMARÃES, L. P.. **Lavoisier na sala de aula:** Uma sequência didática envolvendo o cientista e a experimentação investigativa. 1ª. ed. Curitiba: APPRIS, 2020.

HARGREAVES, A. Leading professional learning communities: Moral choices amid murky realities. **Sustaining professional learning communities**, v. 3, p. 175-197, 2008.

HODSON, D. **Teaching and learning about science:** Language, theories, methods, history, traditions and values. Rotterdam: Sense Publishers, 2009.

HODSON, D. Nature of science in the science curriculum: Origin, development, implications and shifting emphases, en Matthews, M.R. (ed.). **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**, pp. 911-970. Dordrecht: Springer, 2014.

IRZIK, G. Y NOLA, R. New directions for nature of science research, en Matthews, M.R. (ed.). **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**, pp. 999-1021. Dordrecht: Springer, 2014.

IZQUIERDO-AYMERICH, M. Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. **Alambique**, 8, 7-21, 1996.

IZQUIERDO-AYMERICH, M. Fundamentos epistemológicos, en Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). **Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**, 35-64. Alcoy: Marfil, 2000.



LIBÂNEO, J. C. Reflexividade e formação de professores: outra oscilação do pensamento pedagógico brasileiro? In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 6.ed. São Paulo: Cortez, 2008.

LIMA, M. E. C. C., & MAUÉS, E. R. C. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 161-175, 2006.

LIMA, M. S. L. ;GOMES, M. O. **Redimensionando o papel dos profissionais da Educação: algumas considerações**. In: PIMENTA, S.G.; GHEDIN, E.. (Org.). **Prof. Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 5a.ed.S.Paulo: Cortez, 2008, v. 1, p. 186-214.

LISTON, D. P.; ZEICHNER, K. M.. **Reflective teaching: an introduction**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.

LOPES, J.G. da S.; SILVA-JÚNIOR, L.A. Estudo e caracterização do pensamento docente espontâneo de ingressantes de um curso de licenciatura em química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 16, núm1, 2014, pp.131-148.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, jun. 2001.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: Professor/ Pesquisador**. 2ª Ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

MARCELO, C. **Formação de professores para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora. 1999. 271 p.

MARCELO, C. **Formação de professores para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora. 2009. 271 p.

MARQUES, D.M. **Dificuldades e possibilidades da utilização da História da Ciência no Ensino de Química: um estudo de caso com professores em formação inicial**. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. In: **Caderno Catarinense de ensino de física**. n. 12, vol. 3, 1995.

MCCOMAS, W. Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C.C.; PRESTES, M. E. (Orgs.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. 1. ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora, 2013. cap. 4, p. 425-448.

MELO, L.G.; LOPES, J.G. da S. A influência e limitações da formação ambiental no exercício profissional de professores de Química. **ANAIS I Simpósio Mineiro de Educação Química**, 2011, Viçosa.

MENEZES, L. **Investigar para ensinar Matemática: Contributos de um projecto de investigação colaborativa para o desenvolvimento profissional de professores**. Tese (Doutorado) – Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 2004, 7002 pp

MENEZES, P. H. D. **Desenvolvimento profissional de professores: a influência da vivência em um grupo colaborativo**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, 2010, 191 pp.

PASSOS, C.L.B. *et.al.* Desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática: uma meta-análise dos estudos brasileiros. **Quadrante**. Vol. 15, n. 1 e 2, 2006.

PIMENTA, S.G.; ANASTASIOU, L.G.C. **Docência no Ensino Superior**, 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.

PIMENTA, S.G; GHEDIN, E. (orgs.) **Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

PONTE, J.P. Pesquisar para compreender e transformar a nossa própria prática. **Educar em Revista**, 24, 37-66, 2004.

PONTE, J.P. Investigar a nossa própria prática: uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. In: Castro, Encarnación; de la Torre, Enrique (Eds.), **Investigación en educación matemática : Octavo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (S.E.I.E.M.)** (pp. 61-84). A Coruña:Servicio de Publicaciones.

PONTE, J.P.; SERRAZINA, L. Professores e formadores investigam a sua própria prática: O papel da colaboração. **Zetetiké**, 11(20), 51-84, 2003.



ROSA, M. I. P. **Investigação e Ensino – Articulações e Possibilidades na formação de professores de Ciências**. Ijuí, ed. Unijuí, 2004, 183 pp

ROSA, F. **Desenvolvimento Profissional Docente: Contribuições e Limites de um processo formativo em um grupo colaborativo de professores de Ciências da rede pública de Juiz de Fora (MG)**. 2017. 281f. Tese. (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/6124/1/fernandabassolirosa.pdf>. Acesso em 7 de jan de 2019.

SASSERON, L.. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018

SASSERON, L. H., & CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 3, p.333–352, 2008.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SMYTH, J. **Teachers as collaborative learners: challenging dominant forms of supervision**. Buckingham: Open Univesity Press, 1991.

VALADARES, E. C.. **Isaac Newton ? A órbita da Terra em um copo d' água**, 2ª. edição. São Paulo: Odysseus Editora, 2009.

VÁZQUEZ , Á.; MANASSERO, M.A. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 9(1), 2-31, 2011.

VISSICARO, S. de P., **História das ciências para os anos iniciais do ensino fundamental I** : aportes para o desenvolvimento profissional de professores. – Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP , 2019

ZEICHNER, K. M. **A Formação Reflexiva de Professores: Idéias e Práticas**. Lisboa: EDUCA, 1993.

APÊNDICE

Do nascimento à universidade: o caminho de Niels Bohr para se tornar um cientista

Quando ouvimos o nome de um cientista que inventou um modelo, ou uma teoria, não conseguimos imaginá-lo quando era apenas uma criança brincando. Por isso, neste momento, apresentaremos a infância, a adolescência e os estudos do cientista Niels Bohr, antes de ele propor um modelo para explicar o átomo.

Niels Bohr nasceu na Dinamarca, em uma família com boas condições financeiras. Seu pai era professor de Fisiologia na Universidade de Copenhague (capital da Dinamarca), e tinha fama mundial por seu trabalho na área da Medicina. Além disso, era um defensor das mulheres na Universidade, e casou-se com uma de suas alunas.

Os pais de Bohr tiveram três filhos, sendo ele, o filho do meio. Durante a infância, Niels já se mostrou brilhante, quando desmontou uma bicicleta inteira com muita concentração. Suas tias ficaram enlouquecidas achando que ele não iria conseguir montá-la novamente. Já seu pai, confiou no olhar de determinação que seu filho possuía nessa tarefa, e Bohr conseguiu montar a bicicleta depois de 3 horas, surpreendendo a todos da família.

Em sua adolescência, tornou-se um menino alto, forte como um urso, e pouco jeitoso fisicamente. Por isso, seus amigos o chamavam de “gordo”, embora isso não lhe fizesse jus. Bohr era um aluno muito aplicado, mas não o primeiro da classe, pois era vagaroso para ler e falar e pouco ambicioso. No entanto, demonstrava um alto desempenho em Matemática e Física. Nessa fase da vida, tornou-se esportista, gostava de esquiar, velejar e andar de bicicleta.

Niels entrou na Universidade de Copenhague e escolheu a Física como tema principal de estudo. Nos primeiros anos da faculdade, ele e seu irmão caçula eram inseparáveis. Niels estudava Física, enquanto Harald, seu irmão caçula, dedicava-se à Matemática. Durante essa fase, os irmãos mostravam uma conexão inegável, quando um parava de falar, o outro continuava. Todos gostavam muito de ouvir a dupla de irmãos, a única interrupção que acontecia era quando Bohr falava baixo, alguém gritava:” Mais alto, Niels!”

Um dos estudos no qual Bohr se destacou, foi um trabalho sobre a tensão superficial da água, uma das propriedades desse líquido. Além de estudar, o futuro

cientista participava de jantares festivos e em um deles, conheceu a sua esposa Margarethe, ela era irmã de um dos membros do seu grupo.

Seu irmão caçula Harald, conseguiu terminar os estudos antes de Niels, que teve que se refugiar na casa de campo de sua avó para se concentrar no fim de sua pesquisa, que não foi nada fácil. E após uma defesa de cerca de oito horas, e três dias de exames teóricos de Matemática e Física, ele terminou a primeira fase de estudos, e partiu para a última, o seu doutorado.

Quer saber mais? O livro Bohr: O arquiteto do átomo, de Maria Cristina Abdalla, é excelente!

O modelo atômico de Bohr: uma ideia construída por várias cabeças

Provavelmente você já deve ter ouvido falar sobre átomo, ou quem sabe, sobre bomba atômica (que leva esse nome por usar átomos para a sua explosão). Esse conceito científico é discutido desde os filósofos gregos, Demócrito e Leucipo, por exemplo, discutiam o que encontraríamos quando a matéria (tudo o que ocupa lugar no espaço) não pudesse mais ser dividida, daí vem o nome átomo (a- não; tomo- divisível).

Os pensamentos desses filósofos logo evoluíram para modelos científicos, que se tornaram representações de propostas para explicar esse modelo atômico. Podemos lembrar o modelo de Dalton, que considerava o átomo como um corpúsculo maciço e indivisível. E, posteriormente, o modelo de Thomson, que através de experimentos dos raios catódicos, viu que o átomo tinha carga negativa (elétron).

O modelo atômico de Thomson, era o que vigorava na época em que Niels Bohr estava terminando seus estudos. Niels estava completando seu doutorado com uma pesquisa que envolvia elétrons (carga negativa) e metais. A defesa de sua pesquisa teve muito interesse na Dinamarca. Seu professor orientador afirmou que era uma pena o seu trabalho não estar em inglês, pois na Dinamarca não havia físicos com conhecimento suficiente para julgar o trabalho como merecia.

Após a fala de seu mentor, Bohr pediu uma bolsa de estudos à fundação Carlsberg para continuar seus estudos em Cambridge (Inglaterra), pois lá estava Thomson, um cientista de fama mundial e o dono do modelo atômico que vigorava. Com a bolsa atendida, Bohr aprontou suas malas e foi com o coração alegre para estudar com o grande

cientista Thomson, apresentar a sua pesquisa de doutorado, e tentar aprimorar o modelo atômico apresentado por ele.

Chegando lá, o encontro foi um desastre. Bohr entrou na sala, abriu o livro escrito por Thomson, apontou para os cálculos do autor e disse: “Isso está errado”. Thomson ficou furioso, pediu para que Bohr se retirasse e voltasse só quando aprendesse a falar inglês, já que seu sotaque era muito carregado e falava muito mal a língua. Um tempo depois, Bohr lembrou o episódio da seguinte maneira: “Considerava Cambridge o centro da Física, e Thomson, o mais maravilhoso dos homens. Fiquei desapontado ao perceber que ele não se interessava se havia erros em seus cálculos. A falta também foi minha. Não tinha conhecimento em inglês e não soube me expressar adequadamente”.

Assim, o pouco domínio no inglês, a divergência inicial com o Thomson e um país com costumes tão diferentes dos seus, fez com que Bohr passasse muitas dificuldades nesse seu mais novo desafio. O cenário começou a mudar quando ele conseguiu se encontrar com outro físico, Rutherford. A conexão entre os dois foi instantânea, e Rutherford se tornou um grande mestre e influenciador de Bohr, tanto no domínio científico (ele trabalhava com radiação e havia proposto um modelo atômico), quanto no domínio político. Uma vez que Thomson considerava muito Rutherford, e desse modo, Bohr poderia ter um novo caminho para se recuperar do desastre político inicial que cometera.

O modelo atômico de Bohr foi desenvolvido a partir de uma ideia inicial de Rutherford, que acreditava que o átomo possuía duas regiões, uma central carregada positivamente, e outra periférica, onde os elétrons circulavam. O complemento de Bohr foi relacionado com a “dança dos elétrons”. Ele acreditava que quando o elétron absorvia certa quantidade de energia, dava um salto e emitia energia (luz visível). É por isso que vemos um festival de cores ao soltarmos fogos de artifícios, por exemplo. É a “dança dos elétrons” proposta por Bohr.

No entanto, esse modelo atômico não vigorou por muito tempo, outros cientistas o estudaram e fizeram novas descobertas, da mesma maneira que Bohr acrescentou no que Dalton, Thomson e Rutherford haviam propostos. Ou seja, precisamos compreender que a ciência é uma construção coletiva.

Quer saber mais? O livro Bohr: O arquiteto do átomo, de Maria Cristina Abdalla, é excelente!

O Instituto Niels Bohr: espaço de acolhida e troca de conhecimento entre os cientistas

Em 1917, Bohr já havia apresentado seu modelo atômico e estava com mais alguns cientistas propondo uma nova teoria de enxergar o mundo microscópico, a Física Quântica. Desse modo, o cientista já tinha fama mundial, e era reconhecido como alguém grande em seu país, já que não era comum um dinamarquês nessa posição de destaque. Ainda nesse ano, Niels Bohr propôs um Instituto que pudesse harmonizar as partes teórica e experimental da física, e esse espaço foi crucial para a formação do seu maior legado.

A proposta do Instituto foi acatada prontamente pela Universidade de Copenhague, pelo governo e pela Fundação Carlsberg, que anos antes, deu-lhe uma bolsa, comprometendo-se em fazer o mesmo com os jovens cientistas que iriam realizar suas pesquisas no novo empreendimento. Era um espaço inovador, Bohr exercia o papel de diretor, fazia as suas pesquisas e se interessava pelo progresso dos colegas.

Para a inauguração do Instituto, Bohr convidou vários cientistas. Entre eles, Ehrenfest, que escreveu a seguinte mensagem para Einstein (que não pôde estar presente): “Tudo aqui é maravilhosamente belo! Ele é um cientista prodigioso. Sinto-me tão feliz na casa de Bohr, mais feliz do que não me sentia há muito tempo”. Toda a comunidade científica apoiou o projeto de Bohr, e logo o Instituto de Física teórica seria procurado por cientistas de todo o mundo, tendo até mesmo que ser ampliado por algumas vezes, para conseguir atender toda a demanda.

Um outro fato interessante, foi que quando ocorreu a perseguição dos judeus pela escalada do nazismo na Alemanha, Bohr ofereceu abrigo através de seu instituto para os perseguidos nesse país, conseguindo atender a todos. Além disso, envolveu-se politicamente nesse projeto, e quando a Alemanha invadiu a Dinamarca, foi necessário fechar o Instituto e Niels, e teve que sair fugido de seu país.

Com o fim da 2ª Guerra Mundial e conseqüentemente, do Nazismo, o Instituto voltou a funcionar normalmente. Bohr tinha prazer de ir trabalhar de bicicleta e cumpriu seu trabalho, obviamente com menor intensidade até o fim da sua vida. Após a sua morte, o Instituto de Física teórica foi renomeado, recebendo o nome de “Instituto Niels Bohr” em homenagem ao cientista.

Quer saber mais? O livro Bohr: O arquiteto do átomo, de Maria Cristina Abdalla, é excelente!

O MENINO CHARLES E O CRESCIMENTO DE UMA CURIOSIDADE

Antes de pensarmos no cientista Charles Darwin, é importante sabermos quem ele era, além do pensador da seleção natural. Charles tinha uma personalidade que merece ser conhecida, era um ser humano, acima de tudo. Nasceu em 1809, e foi órfão de mãe aos oito anos de idade, tinha um irmão e duas irmãs, que se mantiveram próximos dele por toda a vida e o mimavam, segundo a opinião de seu pai, que era um médico muito reconhecido

“Bobby”, como era chamado pelos seus irmãos, era motivo de preocupação de seu pai. Pois era muito gastador e inconsequente. Como quando foi ao Chile, por exemplo, onde gastou um montante em libras equivalente a duas vezes o salário de um professor da Universidade de Cambridge. Nesses momentos, “Bobby” sempre recorria ao auxílio das irmãs para conseguir amolecer o coração e o bolso do pai.

Além disso, Charles iniciou com apenas 16 anos o curso de medicina. Já que seu pai era médico, teria de dar continuidade nessa área. Porém, durante os estudos, Charles só queria estudar Geologia, pois as rochas o encantavam muito. Seu pai, vendo que ele não estava se dedicando o suficiente para ser médico, acordou que Charles se tornaria pastor da Igreja Anglicana (igreja protestante da Inglaterra). Nesse novo curso, Charles teria mais tempo para estudar as rochas e o solo.

Nesse período, um dos professores de Darwin não ensinava apenas depositando o que sabia. Pelo contrário: aguçava a curiosidade dos alunos, e os instigava a encontrar respostas. Assim, Darwin encontrou um terreno fértil para toda a sua vida através desse professor que não oferecia respostas prontas. Com certeza, o seu jeito de ensinar Geologia tornava tudo mais fascinante para Charles Darwin.

Houve, ainda, uma aula da qual Darwin se lembrou por toda a vida, e que o impulsionou em seu trabalho como naturalista. Caminhando em uma montanha para estudar a rocha e o solo, viu a presença de uma concha de um animal marinho e perguntou ao seu professor como a concha tinha parado ali, já que eles estavam muito longe do mar. Como aquilo contrariava o que estava estabelecido, o professor deu uma resposta seca: “conchas não caem do céu, alguém deve ter jogado aí”.

Essa afirmação virou um desafio para o jovem, que ficou muito maior quando recebeu um convite para embarcar em uma viagem no navio Beagle, como naturalista. Muito determinado, após as suas observações, em 1831, Charles escreveu um artigo sobre a observação de um episódio no qual um molusco com concha, tinha sido visto agarrado na pena de uma ave migratória. Com certeza ele deve ter pensado algo assim: “O professor não vai acreditar nisso!”.

Quer saber mais? Darwin no telhado das Américas de Nélio Bizzo é um livro excelente!

A VIAGEM NO NAVIO BEAGLE: OBSTÁCULOS E POSSIBILIDADES

Como mencionamos anteriormente, certo dia, uma carta com uma oportunidade incrível esperava Darwin em casa: um jovem capitão da Marinha Britânica FitzRoy (1895-1865), apenas quatro anos mais velho que ele, procurava um naturalista para o navio chamado Beagle. Apesar de estar muito animado com a possibilidade de conhecer e aprofundar seus estudos geológicos, Charles enfrentaria uma série de obstáculos de ordem pessoal.

O primeiro desafio era convencer seu pai, uma vez que Charles estava se preparando para a carreira de pastor anglicano, e uma viagem como essa, teoricamente não acrescentaria muito à sua profissão. Além disso, o navio Beagle ia para a América do Sul, lugar considerado com águas perigosas demais para uma “embarcação pequena”, (como o navio era visto na época) e seu pai tinha medo do filho não voltar. Para superar a resistência do pai, Charles pediu auxílio às suas irmãs, que tiveram mais trabalho dessa vez, tendo em vista tanto o risco da viagem, como talvez o sigilo do que carregava a bordo, o que impossibilitava os britânicos de saberem o real motivo da viagem. Contudo, Darwin teve a aprovação de seu pai.

Um outro fato que mexeu com a cabeça de Darwin foi o de uma mulher muito charmosa, chamada Fanny Owen, querer se casar com ele. Imagine a situação do cientista: Fanny estava de casamento marcado com outro homem, mas justamente na semana em que ele ficou sabendo da viagem do navio Beagle, a mulher com quem sempre sonhou em se casar rompeu o noivado. Além disso, ele recebeu muitas cartas da moça dizendo que queria se casar com ele, mas que não sabia se iria conseguir esperá-lo. Assim, Charles Darwin teria que se decidir entre o seu casamento dos sonhos e a grande oportunidade de viajar no Beagle.

Charles escolheu a viagem, e mesmo com a promessa da moça de que iria esperá-lo, Fanny se casou com outra pessoa. Darwin soube disso quando estava no Rio de Janeiro em viagem, e apesar de ter ficado muito triste quando leu a carta de sua irmã contando o ocorrido, seguiu em frente na sua jornada de exploração científica, escalou a pedra da Gávea, coletou corais da Baía de Botafogo e conheceu as cachoeiras da Tijuca. A cidade maravilhosa tinha curado as feridas do coração de Darwin.

Mas o que um inglês veio explorar em nosso continente? Charles Darwin estudava muito o livro de um geólogo chamado Charles Lyell, autor de um livro no qual relatava algumas descobertas nos Alpes europeus. Na América do Sul, a sua principal exploração aconteceu nos Andes chilenos e na Patagônia, tendo em vista que ele realizou uma análise comparativa com os escritos de Lyell, e viu que as descobertas do cientista nas montanhas europeias eram bem parecidas com as que ele percebeu na América do Sul.

Quer saber mais? Darwin no telhado das Américas de Nélio Bizzo é um livro excelente!

SELEÇÃO NATURAL: MOVIMENTANDO AS ESTRUTURAS SOBRE A ORIGEM DAS ESPÉCIES

Em 1859, Charles Darwin resolveu colocar seus conhecimentos à prova. Depois de escrever livros técnicos e de se tornar famoso na cidade londrina, pelo sucesso do seu livro sobre a viagem no Beagle e suas andanças na América do Sul, decidiu começar a elaborar sua teoria para explicar o maior dos mistérios: a origem das espécies.

Propor como as espécies surgiam era algo muito complicado para época. Por isso, Darwin demorou muito nesse processo. E sabendo que não podia fazê-lo sozinho, teria que ter outros cientistas pensando coletivamente com ele. Em 1858, quando estava no capítulo seis do livro que propunha a origem das espécies, recebeu uma carta de Alfred Russel Wallace, que estava no arquipélago malaio, escrevendo sobre a origem das espécies. Darwin não podia acreditar nessa coincidência incrível. O termo “seleção natural” aparecia nos dois escritos. Então, Darwin resolveu mandar a carta que recebera para Charles Lyell, um cientista renomado na época, e recebeu como retorno, que ele deveria logo publicar o seu livro sobre a origem das espécies.

Como teórico, Darwin se nutriu de conceitos já conhecidos na época, os quais foram muito úteis para o cientista projetar uma lógica na natureza, capaz de conciliar o tempo geológico, observado nos Andes chilenos, e a incrível biodiversidade, especialmente notável em zonas tropicais, como no Brasil.

Darwin e Wallace chamavam de seleção natural o que até hoje os biólogos consideram o principal agente que opera na origem das espécies. Ou seja, a seleção

natural depende do aparecimento de “novidades”: as mutações. Ela envolveria uma mudança do material genético, de maneira que seriam transmitidas às gerações futuras.

Entretanto, a mutação não é a única fonte de “novidades” ou variação nas populações, como dizem os biólogos. Existem outras fontes de variação, até mais importantes. A principal delas se incumbe de misturar todas as características nas gerações, fazendo com que dois irmãos sejam muito diferentes, por exemplo. Filhos de mesmo pai e mãe, serão diferentes graças ao mecanismo que se incumbe de misturar as informações disponíveis, criando resultados originais.

Após a publicação de seu livro, Charles Darwin foi alvo de inúmeras chacotas e gozações. A ideia de que os descendentes dos humanos eram macacos, foi idealizada por jornais de Londres, nunca por Darwin. As charges que os jornais faziam eram repugnantes. O cientista sabia que a sua pesquisa não tinha base para discutir a origem da espécie humana, já que não existem fósseis de nossos ancestrais que nos permitam chegar à conclusão que os jornais londrinos chegaram. Esse é o famoso caso do “colocar palavras na boca de uma outra pessoa”.

Quer saber mais? Darwin no telhado das Américas de Nélio Bizzo é um livro excelente!

MICHAEL FARADAY E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Michael Faraday nasceu em 22 de setembro de 1791, em Newington, nos arredores de Londres. Terceiro filho de um ferreiro e de uma filha de agricultores, Faraday nasceu logo depois que seus pais mudaram para aquela cidade. Faraday nasceu pobre, e as mudanças sociais da época tiveram um papel importante em sua vida. Mas mesmo depois de famoso, considerava como sua maior riqueza o conhecimento.

Londres é a capital da Inglaterra, e entre os anos de 1500, quando o Brasil foi “descoberto”, e 1800, quando Faraday, era criança, a cidade teve um crescimento espantoso. Sua população, que era de aproximadamente 50 mil habitantes em 1500, passou a ser de 300 mil em 1700, e estava por volta de 900 mil habitantes, em 1800. Era, portanto, uma cidade muito grande, cujo crescimento foi impulsionado pela Revolução Industrial.

A introdução de máquinas e outros instrumentos, baseados principalmente nos conhecimentos mecânicos, no desenvolvimento da hidráulica e da máquina a vapor, trouxe modificações profundas na forma de produzir. Isto é, na quantidade produzida. O que modificou também as relações dentro da sociedade, criando novas profissões e acabando com algumas outras; criando novos ricos e levando outros à falência; mudando as relações entre trabalhadores e empregadores. Em resumo, a introdução desses novos instrumentos mudou, de fato, a vida das pessoas.

Toda essa modificação tecnológica foi fortemente ligada ao desenvolvimento da Ciência e, com isso, seu papel e valor na sociedade ganharam importância e reconhecimento. Esse reconhecimento e a necessidade de expandir o leque educacional, foram decisivos na criação de instituições científicas como a Instituição Real da Grã-Bretanha, que foi decisiva para a mudança de vida de Faraday.

Diante desse contexto, os sonhos de riqueza e melhoria de vida pareciam residir em Londres. Muitos, como o pai de Faraday, forçados pelas mudanças no campo, foram para lá na esperança de encontrar trabalho e melhoria de vida. Porém, Londres era um sonho, e, também, pesadelo.

O vapor das máquinas e a fumaça das chaminés tornaram a cidade mais cinzenta e triste. A industrialização e a urbanização acelerada causaram muita poluição, e o crescimento desordenado, ocorreu sem respeitar as condições sanitárias mínimas necessárias. Sem sistemas de esgoto e água adequados, a cidade superpovoada tornou-se foco de grande epidemia de doenças. Homens, mulheres e crianças eram obrigados a trabalhar em condições péssimas.

Essa Londres em intensa mudança foi base para a vida de Faraday. Seu pai, como ferreiro, via cada vez mais seus ganhos caírem, e se viu obrigado a sair de Yorkshire e buscar uma vida melhor em Londres. Apesar de uma situação sempre precária, os Faradays eram muito religiosos e frequentavam uma dissidência da Igreja Presbiteriana. Alguns falam que a concepção científica de Faraday foi altamente influenciada pelo que aprendeu por toda vida, em seus momentos religiosos.

Quer saber mais? Faraday & Maxwell Luz sobre os campos de Frederico Firmo de Souza Cruz, é excelente!

FARADAY E SEU ENCONTRO COM A CIÊNCIA

Aos 13 anos, Faraday começou a trabalhar, o que era comum na época. Seu primeiro trabalho foi como menino de recados de um senhor chamado Riebau, um emigrante francês que era livreiro e encadernador. Faraday logo se tornou aprendiz desse ofício. Diga-se de passagem, que a profissão de encadernador era bem valorizada e poderia render um bom salário, até mesmo maior do que de seu pai, mas Faraday tinha outros planos. Na livraria do Senhor Riebau, lia os livros que encadernava e ficou fascinado por duas obras em especial: Conversação sobre Química e um artigo da Enciclopédia Britânica sobre eletricidade.

Fascinado por tudo o que dizia respeito à Ciência, Faraday foi se instruindo pelas leituras, reflexões e pelos pequenos experimentos que realizava. Aparentemente, o senhor Riebau se encantava com os experimentos de Faraday e o fazia mostrá-los aos clientes. Em 1812, um senhor cliente da livraria, chamado Dance, deu a Faraday ingressos para assistir às quatro últimas palestras de Humphry Davy na Instituição Real para a Ciência.

Faraday ficou fascinado pela palestra de Davy sobre Química. Sir Humphry, era além de cientista, um grande poeta. Suas palestras eram acompanhadas por todos os intelectuais da Inglaterra. Seus dons de oratória prendiam a atenção da plateia e inspiravam. Essas palestras encantaram Faraday que, embora jovem, já tinha adquirido muitos conhecimentos pela leitura de livros, e por ter realizado pequenas experiências. Assim, Faraday mostrou-se determinado a deixar o ofício de encadernador e tornar-se um cientista.

Com o espírito de conhecimento adquirido, Faraday assistiu a essas palestras de Humphry Davy, em 1812. Tomou notas detalhadas e as encadernou. Depois, em um gesto de ousadia, enviou-as ao cientista Davy, além de uma carta pedindo emprego na Instituição Real de Ciência. Impressionado pela ousadia, pela autoconfiança e pelas qualidades das notas, Davy o chamou para uma entrevista. E apesar de ter ficado inclinado a contratá-lo, não havia nenhuma posição vaga.

Mas a sorte parece ajudar os persistentes. Pois, pouco tempo depois, um assistente de laboratório se envolveu numa briga e foi demitido. Abrindo, com isso, a tão sonhada vaga de Faraday. Davy mandou chamá-lo e o empregou como Assistente de Química, em 1813.

Faraday logo se tornou um assistente de confiança, e passou a preparar as amostras para os experimentos mais importantes de Davy, além de auxiliá-lo na montagem dos experimentos demonstrativos. O ambiente do novo emprego, seus equipamentos, a orientação de Davy e seu talento pessoal, fizeram com que Faraday se tornasse, em pouco tempo, um pesquisador experimental brilhante.

Quer saber mais? Faraday & Maxwell Luz sobre os campos de Frederico Firmo de Souza Cruz, é excelente!

AS MOTIVAÇÕES DE FARADAY NA CIÊNCIA

Na época, os cientistas naturais, químicos, físicos e biólogos, eram denominados filósofos experimentais. No caso de Faraday, seu trabalho mostra que, mais do que uma simples denominação, o termo “filósofo” define bem sua forma de trabalhar. Filósofos usualmente constroem suas obras partindo de algumas ideias básicas, que expressam os fundamentos de sua concepção sobre os homens, sobre a natureza ou sobre o espírito. Essas ideias básicas são denominadas de pressupostos. E por meio de raciocínio, criam argumentos, justificando seus pressupostos e deles tirando consequências.

Assim como os filósofos, Faraday guia o seu trabalho a partir de certos pressupostos fundamentados em sua concepção da natureza, sua visão de mundo. Porém, há algumas diferenças: seu principal instrumento racional é o experimento. Com os experimentos, Faraday questiona e testa suas hipóteses ou especulações. Através desse diálogo com a natureza, por meio do experimento, ele vai compondo a argumentação racional para checar a abrangência e a coerência de sua concepção da natureza.

Mas antes de Faraday se tornar um grande nome na eletricidade e no magnetismo, outros cientistas estavam trabalhando esses assuntos e foram muito úteis para o desenvolvimento do seu trabalho.

Muitos historiadores afirmam que, os conceitos que conhecemos hoje como eletricidade e magnetismo, começaram a se desenvolver com o trabalho do médico inglês William Gilbert, nascido em 1544 e falecido em 1603. Sua obra mais importante foi publicada três anos antes de sua morte, chamada “Sobre o magneto”. Ele era um médico renomado, que além da Medicina, tinha um interesse muito grande pela natureza e especialmente pelo magnetismo dos imãs e bússolas.

Após algumas pesquisas, em 1729, um grande avanço foi obtido por Stephen Gray, que descobriu que era possível conduzir a eletricidade de um corpo a outro, através de um arame metálico. Esse foi um grande passo, pois a partir daí, as correntes elétricas e a condutividade elétrica dos materiais, passaram a ser um foco de interesse da comunidade científica. Suas investigações levaram um estudo mais aprofundado e um maior entendimento sobre materiais condutores e isolantes. Em 1732, após uma visita a Gray, o francês Charles Dufay, formula uma nova teoria da eletricidade, conhecida como

a “teoria de dois fluidos”, segundo a qual, a eletricidade seria constituída por um fluido positivo e outro negativo.

Já em 1785, Charles Augustin Coulomb, nascido em 1736 e falecido em 1806, utiliza uma balança de torção, e demonstra que corpos elétricos carregados se atraem ou se repelem. Esse resultado coloca a Ciência em um outro patamar, e as especulações sobre eflúvios e emanações, podiam agora ser contrastadas com experimentos precisos, tornando a Ciência, uma Ciência de conceitos quantificáveis. Coulomb era um teórico e experimentalista fantástico, que preparou um grande “terreno” para novas descobertas.

Quer saber mais? Faraday & Maxwell Luz sobre os campos de Frederico Firmo de Souza Cruz, é excelente!

PILHA: A TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA QUÍMICA EM ELÉTRICA

-Uma análise histórica-

Na Itália, ocorria um debate entre Alessandro Volta e Luigi Galvani. Galvani, era médico, e havia observado a partir de vários experimentos, que ao conectar a medula (a espinha dorsal) de uma rã ao músculo de uma perna, através de condutores metálicos, o músculo se contraía como se estivesse sob ação de uma descarga elétrica. Como não havia fonte externa de eletricidade, Galvani concluiu que essa eletricidade tinha origem no próprio animal. Para Galvani, esse fluido era diferente dos fluidos elétricos obtidos pelo atrito ou descargas elétricas, e postulou a existência de uma eletricidade animal.

Já Alessandro Volta, nascido em Como (Itália), em 1745, era um amigo de Galvani. Mas quando recebeu dele um relato sobre as experiências, duvidou dos resultados. Descrente, Volta repetiu os experimentos, e após uma cuidadosa investigação, concentrou-a no fato de que a descarga era mais intensa quando a medula e o músculo eram conectados por metais diferentes. Com o objetivo de demonstrar que a eletricidade não tinha origem animal, Volta efetua uma série de experimentos, cria novos aparelhos para medir eletricidade e, no final de 1799 constrói a pilha. Essa invenção teve um impacto para a época. Volta concluiu que, o contato entre metais diferentes, é a origem da força que movimenta o fluido elétrico. Para Volta, esse era um argumento conclusivo no seu debate contra Galvani.

Já em 1799, um outro italiano, Giovanni Fabbroni, observando que terminais metálicos em contato com o líquido se oxidavam (enferrujavam), sugeriu que a corrente elétrica era causada pela oxidação dos metais, isto é, a causa da eletricidade era a reação química entre o líquido e as placas metálicas.

Enquanto em 1800, dois cientistas ingleses, William Nicholson e Carlisle, resolveram investigar mais detidamente a hipótese de Fabbroni, e fizeram a operação inversa. Pegaram os fios que saíam da extremidade da pilha e os mergulharam em um recipiente com água. Assim, observaram que a eletricidade causava a evaporação de um gás. E após uma análise cuidadosa e experimentos bem planejados, Nicholson e Carlisle coletaram os gases, e identificaram o Hidrogênio e o Oxigênio. Daí, concluíram que a eletricidade havia decomposto a água. Generalizando esse resultado, propuseram que a corrente elétrica desencadeava reações químicas que destruíam a coesão de átomos. Juntamente com os trabalhos de Fabbroni, isso indicava uma relação fundamental entre as reações químicas e a eletricidade nesses processos. Esses trabalhos desafiavam o ponto de vista de Volta, por afirmarem que a eletricidade advinha da reação química que ocorria entre os metais e o líquido, e não do contato entre metais diferentes. Nos anos seguintes, o debate sobre esse ponto continuou, até que se adquirisse clareza sobre o papel da diferença entre os metais e das reações químicas no meio líquido.

Um tempo mais tarde, em 1834, Faraday publicou um trabalho no qual demonstrava que a quantidade de corrente elétrica gerada numa pilha, é proporcional à quantidade de substâncias criadas pelas reações químicas. Essa é a famosa Lei da Eletrólise, de Faraday. Nesse trabalho, Faraday chamou as substâncias de dentro do vaso de eletrólitos, essa nomenclatura, é a utilizada até hoje.

Quer saber mais? Faraday & Maxwell Luz sobre os campos de Frederico Firmo de Souza Cruz, é excelente!