



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Ciências Biológicas
Faculdade UnB - Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**CLUBE DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO
EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO**

Samantha Lira Beltrão de Faria

Brasília – DF
2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Ciências Biológicas
Faculdade UnB - Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**CLUBE DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO
EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO**

Samantha Lira Beltrão de Faria

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências, sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva

Brasília – DF
2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Samantha Lira Beltrão de Faria

“Clube de Ciências: uma análise do processo de implementação em uma escola de ensino médio”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB).

Aprovada em 8 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva - IQ/UnB
(Presidente)

Prof. Dr. Elias Batista dos Santos - SEE/DF
(Membro Titular)

Prof.^a Dra. Patricia Fernandes Lootens Machado - IQ/UnB
(Membro Titular)

Prof. Dr. Eleandro Adir Philippsen - UFG
(Membro Suplente)

Eu dedico este trabalho à minha irmã, Stella, que sempre esteve ao meu lado, disponibilizou seu tempo, seus alunos, suas aulas, seus ombros e ouvidos, para me ajudar de forma ilimitada.

Pelas ideias, disposição, presença em todas as etapas do projeto. Sem sua participação, dedicação, conhecimento científico, profissionalismo e amor este trabalho não seria possível.

"Ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro horas da tarde, ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática."

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, nosso grande Criador, que me permitiu vivenciar mais esta brilhante oportunidade.

Ao meu estimado orientador, Professor Dr. Roberto Ribeiro da Silva, pelo apoio e incentivo nos momentos mais complicados, por me contagiar com seu entusiasmo, inteligência, profissionalismo. Pela oportunidade de conviver com meu referencial teórico, por causar uma admiração sem medidas desde a graduação. Por, além de possibilitar a realização desta pesquisa, contribuir de forma tão grandiosa para o ensino de Química no Brasil.

À minha irmã, amiga e companheira Stella, professora exemplar, por toda contribuição e por ser essencial na aplicação desta pesquisa.

À minha mãe, Estela, por todo apoio, torcida, incentivo, paciência, horas acordada na madrugada, sempre disposta a me ajudar.

À minha irmã, Sabrina, e ao meu pai, Jarbas, pelo incentivo, reconhecimento, apoio, amizade e torcida.

À Professora Dra. Patrícia F. Machado, por todos os ensinamentos, pelo imensurável apoio e direcionamento desde o início desta caminhada.

Ao grupo de professores do PPGEC, que contribuem enormemente para a melhoria do ensino de Ciências. Em especial aos queridos professores Gerson Mól e Ricardo Gauche, que são grandes exemplos para minha formação desde os tempos da graduação.

Aos prestativos Professores que compuseram minha banca examinadora, pelas valiosas sugestões na melhoria desta dissertação.

Aos colegas do PPGEC, por todos os momentos compartilhados.

Aos colegas professores do CEMJK da Candangolândia, pelas contribuições e apoio à pesquisa. Em especial à equipe diretiva da escola, Heli e Greicy, por abrir as portas da escola e ser prestativa e atenciosa em todos os momentos.

Aos estudantes que participaram do Clube de Ciências Hawking, que me fizeram acreditar na capacidade protagonista dos jovens, desenvolvendo laços de carinho, respeito, amizade e admiração.

À amiga Professora Marcela Cristiane, pelo exemplo de profissional, por acreditar na qualidade do meu trabalho, por revisar minha dissertação com muito carinho e dedicação.

À amiga Professora Dra. Silvia Alcanfor, pelo convite para participar do PIBID que me incentivou a começar essa trajetória acadêmica. Por todo apoio, parceria e incentivo.

Às grandes amigas e professoras Fabiana e Gildenir, pelo enorme incentivo para iniciar o mestrado, pelas intermináveis discussões que me estimularam a acreditar na educação e pelos ombros sempre disponíveis e confortantes.

RESUMO

Este trabalho busca analisar a implementação de um Clube de Ciências em uma escola de ensino médio. Os Clubes de Ciências surgiram, no Brasil, a partir dos anos finais da década de 1950, com o objetivo de ensinar o método científico e formar novos cientistas. Considerando que esse modelo é relevante para o ensino de Ciências, identificou-se a necessidade de implementar um Clube que vise à alfabetização científica, procurando meios que estimulem o protagonismo estudantil. Neste sentido, o presente trabalho analisou a implementação de um Clube de Ciências em uma escola pública de ensino médio, no Distrito Federal. A partir de atividades demonstrativo-investigativas, foi observada uma significativa incorporação de conceitos científicos, além de uma maior autonomia intelectual dos alunos. Os resultados desta investigação também identificaram a importância de projetos pedagógicos para que os estudantes sintam-se inseridos no contexto escolar, além de demonstrarem atuações sociais mais críticas e reflexivas.

Palavras-chave: Clubes de Ciências. Ensino de Ciências. Projetos de Investigação. Ensino Médio. Alfabetização Científica.

ABSTRACT

This work seeks to analyze the implementation of a Science Club in a high school. The Science Clubs emerged in Brazil from the late 1950s onwards to teach the scientific method and train new scientists. Although this model is relevant to Science Teaching, we have identified the need to implement a Science Club aimed to offer scientific literacy, looking for ways to stimulate student protagonist. In this sense, the present work analyzed the implementation of a Science Club in a public high school in Distrito Federal, the capital of Brazil. It was observed a significant incorporation of scientific concepts based on demonstrative-investigative activities, as well as a greater intellectual autonomy of the students. The results of this research also identified the importance of pedagogical projects so that the students should get involved in the school context, showing more critical and reflective social performances at school.

Keywords: Science Clubs. Science Teaching, Research Projects. High School. Scientific Literacy.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução Histórica do Ensino de Ciências	19
Quadro 2 - Compreensão dos estudantes sobre os fenômenos envolvidos no funcionamento do protótipo de um aquecedor solar	56
Quadro 3 - Compreensão dos estudantes sobre polímeros	59
Quadro 4 - Compreensão dos estudantes sobre o estudo do forno micro-ondas.....	72
Quadro 5 - Compreensão dos estudantes sobre os fenômenos envolvidos no deslocamento de um avião a jato.....	75
Quadro 6 - Compreensão dos estudantes sobre o funcionamento da geladeira.....	77

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	15
1.1 Outras Tendências Teóricas e Metodológicas no Ensino de Ciências	18
CAPÍTULO 2 – CIÊNCIA E TECNOLOGIA	21
2.1 O que é Ciência?	21
2.2 Ética na Ciência.....	22
2.3 O que é Tecnologia?.....	23
2.4 Implicações da Ciência e da tecnologia para a sociedade	24
CAPÍTULO 3 – A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO	30
3.1 Atividades demonstrativo-investigativas	33
3.2 Experimentos tipicamente investigativos.....	35
CAPÍTULO 4 – OS CLUBES DE CIÊNCIAS.....	38
4.1 O que são Clubes de Ciências – Histórico e Evolução	40
4.2 Clubes de Ciências como Espaço Não Formal de Educação	42
4.3 Como implementar um Clube de Ciências.....	43
CAPÍTULO 5 – APRENDIZAGEM EM GRUPOS COOPERATIVOS	45
5.1 POGIL - Process-Oriented Guided Inquiry Learning	45
5.2 Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Aprendizagem em Grupos Cooperativos ..	46
5.3 Papel do professor na Aprendizagem em grupos cooperativos.....	47
CAPÍTULO 6 - PROPOSTA METODOLÓGICA.....	48
CAPÍTULO 7 - DISCUSSÕES E RESULTADOS	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

APRESENTAÇÃO

Com o intuito de facilitar a compreensão sobre os caminhos que me levaram à elaboração desta investigação, apresento um breve relato da minha trajetória profissional, bem como os êxitos e percalços percorridos para a conclusão desta pesquisa.

Sou licenciada em Química pela Universidade de Brasília. Durante a graduação participei como monitora do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química - LPEQ. Foi meu primeiro contato com alunos de ensino médio e, desde então, já sabia como gostaria de traçar meu caminho profissional. Como professora de Química da Secretaria de Educação do DF, pude vivenciar a realidade de desânimo dos estudantes, além do recorrente desinteresse pelo conteúdo científico.

Como sempre fui muito entusiasmada com a docência, conquistava a atenção e respeito dos alunos, porém, não conseguia estimular neles o interesse pela Ciência, sendo habitual a fala dos estudantes descrevendo a aversão pela disciplina que eu ensinava, Química. Essa resistência começou a me incomodar bastante.

Durante treze anos lecionando, percebi que os alunos possuíam muitos questionamentos e conflitos que estavam muito distantes da forma como eu abordava os conteúdos científicos. Analisei também a capacidade dos adolescentes em estabelecer relações, em desenvolver argumentações, além de constatar a personalidade espontânea e afetiva que possuíam. Essas características estavam ali, bem próximas ao olhar, aos gestos, às expressões e falas de uma juventude sem medos e com muita vontade de descobrir. Mas, como despertar neles essa vontade de aprender Ciência?

Essa busca por respostas e soluções me trouxe experiências cheias de inquietações, rupturas, avanços, retrocessos, alegrias, tristezas, encontros, desencontros, esperança, mas, principalmente, a crença no ideal de que tudo é possível.

Nesta trajetória, diante de tantas indagações, entendi que meu trabalho poderia ser aperfeiçoado com a pesquisa. A convergência desses ideais me direcionou ao mestrado profissional.

Meu problema de pesquisa surgiu ao observar que o conteúdo científico desenvolvido somente em sala de aula não alcançava a alfabetização científica dos estudantes. Seria necessário um tempo maior e um espaço específico no qual os alunos pudessem desenvolver habilidades que envolvessem a utilização de conceitos científicos agregando valores e influenciando suas tomadas de decisões.

Nesse contexto, optamos pela análise de implementação de um Clube de Ciências. Ao

levar a ideia para a escola, tive muito apoio do diretor da escola e dos professores de Química e Física. Ao compreenderem a proposta do Clube, os colegas e professores sugeriram a participação de alguns alunos que possivelmente gostariam de se engajar no projeto. Os convites foram feitos, alguns aceitaram e começamos a trabalhar. Realizamos reuniões no contraturno das aulas para discutir a implantação do Clube, sua estrutura e funcionamento.

O entusiasmo dos alunos foi grande até a realização da Feira de Ciências da escola, como descrito nos resultados desta pesquisa. Porém, após o recesso, começaram a surgir as dificuldades em manter um projeto de ensino não formal. As dificuldades foram superadas com muito diálogo, pesquisa e criatividade. Assim, surgiu uma segunda etapa de atividades de aprendizagem em grupos cooperativos. Ao final do ano letivo, observamos que a implementação do Clube de Ciências na escola oportunizou um ensino mais prazeroso e com resultados significativos.

A organização e as atividades do Clube de Ciências Hawking permitiram um espaço de encontros, com oportunidade de estudos, experimentação, debates que estimularam a curiosidade e o espírito de investigação dos participantes, como pode ser visto ao longo desta dissertação. Dessa experiência, ficou o desejo de efetiva utilização do Clube de Ciências como estratégia pedagógica no ambiente escolar.

INTRODUÇÃO

A problemática que envolve a crise no ensino de Ciências, no Brasil, nos leva a refletir sobre a finalidade da educação científica e os desafios enfrentados pela escola. Os estudantes, em sua maioria, possuem dificuldades em associar o conteúdo das disciplinas de Ciências aos eventos cotidianos, isto é, o ensino de Ciências não tem cooperado para a construção do pensamento analítico, tampouco para sua utilização na prática diária, o que demonstra a necessidade da alfabetização científica em nossa sociedade.

Além das críticas ao ensino de Ciências no Brasil, nota-se, por parte dos estudantes, um desinteresse generalizado pelo conteúdo científico. Esse fenômeno alcança o mundo todo, inclusive os países desenvolvidos, que também amargam os efeitos dessa crise. São muitos os motivos do baixo interesse na área, no entanto, o foco no conteúdo e a rigidez da formação acadêmica estão no ápice da lista de justificativas para a desmotivação do aluno pelo mundo científico.

Dentre as controvérsias existentes sobre o ensino de Ciências, uma se destaca pela unanimidade. Trata-se da quantidade de informação passada aos alunos e das consequências que o montante interfere na sua aprendizagem. Há quem defenda o conteudismo, e opte por ensinar todo o conteúdo de forma superficial, e existem aqueles que preferem suprimir a quantidade de conteúdo para que o aproveitamento e o aprofundamento proporcionem uma aprendizagem mais efetiva.

Quando se trata da formação mais ampla dos estudantes, encontram-se aqueles que defendem o ensino na perspectiva da alfabetização científica, que insere o aluno no contexto CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade, voltando o olhar para as relações que se estabelecem e se retroalimentam. Em contrapartida, há aqueles que defendem a formação do cientista, valorizando, essencialmente, o método científico.

Ainda no âmbito das controvérsias, encontram-se instituições educacionais que priorizam o processo ensino-aprendizagem individual e isolado. Já outras entidades educacionais optam por inserir a escola na comunidade, agregando ao indivíduo os valores sociais e voltando suas ações para benefício de todos. Essas questões trazem dilemas entre ensinar Ciências voltadas para problemas cotidianos ou com o foco na metodologia científica.

Defendemos que a formação do aluno deve ser voltada para uma alfabetização científica. Há quem acredite na constituição de competências que abranjam diversas áreas do conhecimento científico, que contribuam para a formação de um indivíduo que possa atuar de forma efetiva na sociedade e que seja capaz de tecer críticas e propor soluções para as

problemáticas que o rodeia. No entanto, há aqueles que não creem que esse tipo de formação seja possível. Por fim, grande parte dos profissionais da educação idealiza a Ciência como o único fomento para a tecnologia, desconsiderando que o desenvolvimento tecnológico provém de necessidades da sociedade e que a tecnologia tanto influencia a Ciência como por ela é impactada. Portanto, o estudo da tecnologia não pode excluir a Ciência e a sociedade.

Apesar dos diversos problemas que permeiam o ensino de Ciências, de fato não existem métodos específicos para superação dessas dificuldades. É preciso vê-lo sob outra perspectiva, de um ângulo que valorize a importância nas tomadas de decisões em benefício da sociedade. Assim, poderemos motivar os jovens, colaborando com a mudança da realidade atual de abandono e desinteresse.

Como veremos adiante neste trabalho, os Clubes de Ciências foram criados na perspectiva da formação de futuros cientistas. Para tanto, a ênfase nas atividades dos Clubes se alicerçava no uso do método científico. Porém, o que se observou (e ainda se observa) é que a maioria dos jovens não se interessa em ser cientista, e tampouco em estudar Ciências.

Desta forma, nossa pergunta de pesquisa é: "Em que perspectiva poderia um Clube de Ciências aumentar o interesse de jovens para estudar Ciências?"

Para tanto, nossas hipóteses de investigação são: 1) criar um Clube de Ciências na perspectiva de uma alfabetização científica e tecnológica e não da formação de futuros cientistas; 2) usar uma abordagem temática no desenvolvimento de atividades experimentais no âmbito do Clube, contribuindo positivamente para elevar o interesse do jovem para estudar Ciência.

Assim, este trabalho tem como objetivo planejar, desenvolver e avaliar a implementação de um Clube de Ciências em uma escola pública, visando alfabetizar cientificamente seus membros, a partir de uma abordagem temática.

Nos capítulos subsequentes serão abordados os seguintes tópicos, que se constituirão nos referenciais teóricos do trabalho: no capítulo 1 - Alfabetização Científica; no Capítulo 2 - O que é Ciência, o que é Tecnologia, implicações da Ciência e da Tecnologia para a sociedade; no capítulo 3 - A experimentação no ensino e já o capítulo 4 versa sobre os Clubes de Ciências, sua definição e implantação e os espaços não formais de educação. No capítulo 5 virá a aprendizagem em grupos cooperativos, utilizando a metodologia do POGIL (Process-Oriented Guided Inquiry Learning).

CAPÍTULO 1 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Até o final do século XX, a escola era vista como ambiente respeitável capaz de transmitir os conhecimentos aos alunos. Dessa forma, os mais diversos assuntos abordados pelos professores eram pouco questionados e os educadores eram considerados quase como exclusiva fonte de referência intelectual. Nessa transmissão de conteúdos, o aluno mais bem preparado era aquele que conseguia decorar mais informações, mesmo que de forma desconectada. Entretanto, na virada para o século XXI, o avanço da globalização, do capitalismo e da tecnologia proporcionaram um pluralismo cultural e maior acesso ao mundo virtual, e, conseqüentemente, ocorreram também mudanças nas relações entre a escola, os alunos e a comunidade.

Hoje, qualquer indivíduo possui fácil acesso a inúmeras informações, muitas vezes distorcidas sobre determinados eventos ou conhecimentos. Assim, o professor passou a ser questionado não só em relação a conhecimentos específicos, mas também quanto à metodologia utilizada. Nesse novo contexto, o professor deixou de ser a única referência e passou a desempenhar outro papel. Essa mudança é importante, pois primeiramente o retira do pedestal de “único detentor do saber” e o coloca mais próximo do aluno. Os estudantes se deparam com os mais diversos problemas sociais, ambientais, éticos, tecnológicos fora do ambiente escolar e quando eles entram na sala de aula não lhes faz mais sentido serem obrigados a decorar conceitos desconectados entre si e com a sua própria realidade.

Nessa conjuntura, surge a alfabetização científica como uma possibilidade de ajudar os alunos a entenderem o mundo em que estão inseridos, trazendo a possibilidade de avaliar inúmeras situações que permitam a tomada de decisões. O indivíduo que não consegue ler acaba vivendo à margem da sociedade, ficando impossibilitado de realizar diversas atividades básicas sozinho, como: assinar o próprio nome, pegar um ônibus com o destino desejado, sendo facilmente influenciado ou enganado por opiniões alheias. Da mesma forma, o indivíduo que não compreende a linguagem da Ciência, com seus termos e significados específicos, torna-se um analfabeto científico.

Logo, a Alfabetização Científica deve ser considerada como um processo contínuo, que não acaba com o tempo nem em si mesma, bem como a própria Ciência, que está em constante estruturação e abrange conhecimentos resultantes de novos acontecimentos.

A alfabetização científica envolve um problema de ordem semântica, sendo muitas vezes confundida com letramento científico e/ou enculturação científica. Desse modo, neste trabalho a expressão “Alfabetização Científica” será utilizada fundamentada na ideia de

alfabetização concebida por Paulo Freire (1980, p. 111):

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa auto formação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.

Por ser uma ideia ampla, o conceito de Alfabetização Científica possui características diferentes a depender da circunstância e possui três eixos estruturantes que são: (a) o entendimento da natureza da Ciência, isto é, a compreensão de termos e conceitos-chave; (b) a compreensão dos métodos da Ciência e (c) o entendimento dos impactos das Ciências e suas tecnologias na sociedade (SABBATINI, 2004).

A necessidade da alfabetização científica no currículo de Ciências se dá pela percepção de que as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade, hoje, reintegraram-se intensamente. A essência é priorizar também a compreensão da natureza da Ciência e seus pressupostos com a sociedade em detrimento dos estudos de conceitos e métodos científicos sem implicações na sociedade.

Sasseron e Carvalho (2011) definem as habilidades necessárias para considerar o indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente, sendo elas: a) a utilização de conceitos científicos com a capacidade de integrar valores e tomar decisões responsáveis no dia a dia; b) a compreensão de que a sociedade exerce controle sobre as Ciências e as tecnologias, bem como as Ciências e as tecnologias se refletem na sociedade; c) a compreensão de que a sociedade exerce controle sobre as Ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede; d) o reconhecimento dos limites da utilidade das Ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano; e) o conhecimento dos principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e a capacidade de aplicá-los; f) a apreciação das Ciências e das tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam; g) a compreensão de que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos; h) a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal; i) o reconhecimento da origem da Ciência e a compreensão de que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças; j) a compreensão das aplicações da tecnologia e as decisões implicadas nessas utilizações; k) o suficiente saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; l) o conhecimento de fontes válidas de informação científica e tecnológica; m) a compreensão da maneira como as Ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Apesar de enumerar diversas habilidades e usá-las como ponto de partida para

entender a estruturação do ensino, as convergências foram agrupadas em três blocos, intitulados de eixos estruturantes da alfabetização científica.

O primeiro relaciona o entendimento de termos e conceitos científicos elementares e a capacidade de trabalhá-los de forma que os estudantes consigam associar e explicar fatos do seu cotidiano.

O segundo eixo traz o entendimento da natureza da Ciência e suas relações com princípios éticos e políticos. A partir do momento que o estudante vê a Ciência como mais uma forma de ver o mundo, não linear, em constantes transições, abre a possibilidade de discussões e reflexões dependentes do contexto, além da possibilidade de que o caráter humano e social possam ser debatidos.

O terceiro eixo estruturante mostra as correspondências presentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, mostrando suas relações e interdependência.

As propostas didáticas elaboradas seguindo esses três eixos proporcionam o começo de uma alfabetização científica suprimindo, parcialmente, a preocupação com a alfabetização científica na educação básica. A partir dessas propostas podem ser discutidas as intervenções possíveis para promover a alfabetização, destacando que o ensino de Ciências não pode ser limitado à transmissão de conhecimento. Para Sasseron e Carvalho (2011) uma forma de contribuir para a alfabetização e o ensino investigativo seria oferecer aos alunos experiências que evidenciem a natureza da Ciência, proporcionando suas correspondências também com a tecnologia e a sociedade.

A necessidade de um programa educacional que valorize a solução de problemas e facilite a associação entre os conteúdos escolares e assuntos habituais do dia a dia não deve trazer um ensino limitado a vocabulário, fórmulas, informações desconectadas. São essenciais atividades como saídas de campo, visitas a feiras, museus, teatros, leitura de revistas, jornais, internet como práticas que incentivam a investigação, contribuindo para a formação de indivíduos alfabetizados cientificamente.

Todavia, diversos empecilhos dificultam esse processo de alfabetização na sociedade brasileira. Para que os alunos compreendam as aulas de Ciência como uma maneira de ler o universo, é necessário que todo o sistema educacional propicie essas experiências, isto é, que não haja apenas a transmissão de conhecimento na qual os alunos são obrigados a decorar conceitos e fórmulas. Um dos grandes desafios da alfabetização científica passa pela resignificação do papel da escola e da desconstrução da visão de que a Ciência e a tecnologia apenas proporcionam avanços ambientais, tecnológicos e sociais, observando que todo avanço científico possui custos ao meio ambiente e não, necessariamente, melhora a sociedade ou

diminui a desigualdade social. Para isso, faz-se necessário compreender a definição de Ciência e de tecnologia, o que abordaremos no capítulo 2.

Todo avanço científico e tecnológico vivenciado é fruto do investimento coletivo, isto é, todas as pesquisas são patrocinadas pela sociedade como um todo. Portanto, a Ciência possui um compromisso de retribuir à sociedade, seja por melhorias sociais ou avanços diversos. Da mesma maneira, uma comunidade descompromissada com seus avanços científicos e tecnológicos, ao abrir mão de sua autonomia, paga o preço por depender tecnológica e intelectualmente de outros países.

Possibilitar a alfabetização científica de todos é mais que ensinar conceitos científicos e nomenclaturas aos alunos, é dar ferramentas para que eles possam compreender o mundo que os cerca e opinar de forma argumentativa sobre diversas questões, evitando manipulações e injustiças que poderiam propiciar o bem-estar de pequenos grupos em detrimento de toda a sociedade.

1.1 Outras Tendências Teóricas e Metodológicas no Ensino de Ciências

Neste trabalho, discutiremos algumas tendências no ensino de Ciências. Além da alfabetização científica, vista anteriormente, abordaremos também as implicações da Ciência e da Tecnologia para a sociedade, a experimentação e os espaços não formais de educação, ressaltando que elas não estão estagnadas, sendo possível sua harmonização com a prática pedagógica, necessitando de uma análise crítica quanto à sua relevância, competência e utilização em circunstâncias reais de ensino.

A área de Ensino de Ciências no Brasil tem desenvolvido muitas pesquisas, produzido abundantes materiais e aumentado a criação de cursos de pós-graduação com o objetivo de contribuir, impulsionar e fortalecer a construção de conhecimento. No entanto, esse desenvolvimento na pesquisa, muitas vezes, não atinge a sala de aula da educação básica, ficando distante da prática pedagógica dos professores. As abordagens tradicionais predominam nas escolas, seja por motivos políticos, sociais ou econômicos, além das dificuldades trazidas pelo professor devido à sua formação tradicional.

As transformações sociais, políticas e econômicas ocorridas a partir de 1950 e as consequências decorrentes para o ensino de Ciências podem ser observadas no quadro 1, a seguir. Nesse movimento, algumas concepções referentes aos processos de ensino e aprendizagem começam a surgir aos poucos, formando objetos de investigações que conduziram à criação de materiais e à formação de professores de Ciências.

Quadro 1 - Evolução Histórica do Ensino de Ciências

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO ENSINO DE CIÊNCIAS						
	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Situação mundial	Guerra Fria		Crise energética	Problemas ambientais		Competição tecnológica
Situação brasileira	Industrialização		Ditadura	Transição Política		Democratização
Objetivos do ensino fundamental	Formar elite		Formar cidadão	Preparar trabalhador		Formar cidadão trabalhador
Influências preponderantes no ensino	Escola Nova		Escola Nova e Comportamentalismo	Comportamentalismo e cognitivismo		Construtivismo
Objetivos mais presentes nas propostas de renovação do ensino de Ciências nas aulas teóricas e práticas	Transmitir informações atualizadas		Vivenciar o método científico	Pensar lógica e criticamente		Analisar implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico
Visão da Ciência no currículo da escola de ensino fundamental	Atividade neutra enfatizando produto		Evolução histórica enfatizando o processo		Produto do contexto social, econômico, político e de intrínsecos movimentos	
Metodologia recomendada dominante	Laboratório		Laboratório mais discussões de pesquisa	Jogos e simulações		Resolução de problemas
Docentes	Professores improvisados que fazem curso de capacitação		Professores formados em universidades	Proliferação de escolas de formação de professores		Programas de atualização continuada de professores
Instituições que influem na proposição de mudança nacional e internacional	Associações profissionais, científicas e instituições governamentais		Projetos curriculares. Organizações internacionais	Centro de Ciências, Universidades		Organizações profissionais, científicas e de professores. Universidades

Fonte: Krasilchik e Marandino (2002)

Verificamos que as diretrizes educacionais para o ensino são necessidades originadas na escola, motivadas por contextos sociais maiores e que as concepções de ensino-aprendizagem se alteram conforme as perspectivas da sociedade mudam.

Como mostra o quadro 1, a partir dos anos 1980, diversos estudos passaram a indicar as possíveis contribuições da Ciência na construção de uma sociedade verdadeiramente democrática e integradora, que pudesse superar as novas expressões do elitismo e da fragmentação social. Dessa maneira, um novo contrato social fez-se necessário, tendo em vista a construção de uma Ciência comprometida com as reais necessidades da maioria da população brasileira e não limitada a acumular conhecimentos e avançar sem importar em que direção.

Nessa perspectiva, a Ciência e a tecnologia deixariam de ser vistas como atividades autônomas que seguem apenas uma lógica interna de desenvolvimento e passariam a ser entendidas como processos e produtos nos quais aspectos não técnicos, como valores, interesses pessoais e profissionais, pressões econômicas, entre outros, desempenhariam um papel decisivo em sua produção e utilização.

De modo geral, a Ciência ainda é vista pelos cidadãos como algo distante e sem nenhuma influência sobre sua vida cotidiana. As dificuldades de compreensão das complexas relações existentes entre as teorias científicas e técnicas levam leigos a perceberem a Ciência somente pelos resultados de suas aplicações, favorecendo o surgimento do cientificismo, da fusão ciência/técnica e do mito da neutralidade científica.

No entanto, considera-se o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo social em conformidade com fatores culturais, políticos, econômicos e epistêmicos. A Ciência continua detendo um conhecimento universalmente válido, com suas formas de produção e seus efeitos sociais tornando-se cada vez mais visíveis. As invenções são possíveis graças à Ciência e à tecnologia: são novos materiais que surgem para suprir diferentes áreas como saúde, segurança, alimentação, educação, lazer e muitas outras. No entanto, nem todo invento parte de uma pesquisa científica séria e complexa e ao mesmo tempo acessível a todo e qualquer indivíduo. Nesse contexto, torna-se essencial discutir a natureza da Ciência, como faremos no próximo capítulo.

CAPÍTULO 2 – CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Os estudos sobre Ciência e Tecnologia apresentam-se como uma análise crítica, com o objetivo de compreender suas questões gerais num contexto social, por contemplar aspectos de interesse do conjunto da sociedade. A relação entre informação científica e tecnológica pode complementar-se. Então, discutiremos a seguir as definições de Ciência e Tecnologia, bem como suas implicações para a sociedade.

2.1 O que é Ciência?

A crença popular de que o conhecimento científico deve ser baseado em observações e experimentações, atestando a veracidade de determinada teoria carrega a convicção de que a Ciência é uma verdade absoluta, neutra, linear e capaz de solucionar grande parte dos problemas da sociedade.

O prestígio explícito da Ciência vende artigos, objetos, produtos e ideias. O discurso bem elaborado do conhecimento científico, habitualmente usado na mídia, tem a eficiência inversamente proporcional ao conhecimento de quem recebe a informação. Por isso torna-se imprescindível conhecer a Ciência, principalmente, para nos defendermos do discurso científico-ideológico ao qual estamos sujeitos cotidianamente.

A formação básica em Ciências deve conceder ao aprendiz uma avaliação efetiva de uma notícia científica tirando a parcialidade da mídia, entendendo que esse interesse, muitas vezes, amplia o repúdio popular relativo à Ciência.

Nesse sentido, a definição de Ciência torna-se essencial para a compreensão de sua natureza, que estabelece verdades transitórias e admissão de erros.

Para Granger (1994)¹, citado por Lopes (1999), três traços são determinantes ao que ele denomina de a visão científica.

O primeiro traço característico é de que a ciência é uma visão da realidade: a ciência é uma representação abstrata, sob a forma de conceitos, que se apresenta, com razão, como uma representação, não como um reflexo, do real. Segundo, a ciência visa a objetos para descrever e explicar, e não para agir, como num grande jogo do conhecimento. Terceiro, a ciência se preocupa com critérios de validação. (GRANGER, 1994 *apud* LOPES, 1999, p. 109).

Quanto à verdade absoluta da Ciência, Lopes (1999, p. 113) afirma que:

¹ GRANGER, Gilles G. **A ciência e as ciências**. São Paulo: UNESP, 1994. p. 45-51.

A Ciência não reproduz uma verdade; portanto não existem critérios universais ou exteriores para julgar a verdade de uma Ciência. Cada Ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da veracidade de um conhecimento. Mas a lógica da verdade atual da Ciência não é a lógica da verdade de sempre: as verdades são sempre provisórias.

A Ciência é uma produção social submetida aos métodos de compartilhamento de conhecimento, as competições pelo poder e uma produção cultural, um instrumento elaborado nas e pelas relações sociais.

A particularidade da Ciência moderna é despertar nos outros o interesse pelos trabalhos produzidos, porém, essa disposição na divulgação da pesquisa não é feita pelos cientistas para o grande público. Como os professores participam desse grande público, também, são consumidores da Ciência e, dessa forma, transmitem aos alunos concepções que dificultam o entendimento da natureza da Ciência, quando a visão positivista é reforçada no processo de divulgação.

2.2 Ética na Ciência

A definição de ética referente à prática científica foi realizada por diversos sociólogos e filósofos. Neste trabalho abordaremos a concepção do sociólogo Robert King Merton, que elaborou quatro imperativos para caracterizar o *éthos* científico moderno. São eles: o universalismo, o comunismo, o desinteresse e o ceticismo organizado (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Para esses autores, o universalismo está associado ao caráter impessoal da Ciência, isto é, qualquer pessoa pode ser capaz de produzir conhecimento científico, em qualquer país. O conhecimento científico não se limita a pessoas ou territórios específicos. A avaliação dos resultados deve acontecer entre pares de diferentes origens, na qual questões culturais, econômicas, raciais e sociais não interfiram na análise de dados. A ciência extrapola divisas e a objetividade deve direcionar a avaliação de uma pesquisa pela validade da metodologia empregada, independentemente de sua origem geográfica. Nessa perspectiva, a sociedade democrática mostra-se como ambiente mais favorável para a produção científica, porém nada impede que ocorra desenvolvimento científico em outros modelos de sociedade.

O "comunismo", expressão usada sem relação com o marxismo (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015), refere-se ao fato de que os saberes científicos devem ser divulgados, independentemente do meio de divulgação, e descreve o compromisso moral do cientista em divulgar os produtos de sua pesquisa. Essa ação seria uma prestação de contas à

comunidade e, ao mesmo tempo, uma necessidade, visto que a instituição a qual o cientista é vinculado precisa dessa comunicação como publicidade que lhe garante a continuidade no universo científico.

O outro imperativo da Ciência é o desinteresse, isto é, as pesquisas e conclusões não devem ser obtidas visando ao interesse privado e sim ao desenvolvimento da humanidade. Seria uma norma relacionada ao alcance do resultado sem interesse no mesmo, sem manipulação de dados.

Por fim, o ceticismo organizado, que afirma que os dados obtidos e validados criticamente pela Ciência devem seguir estruturas e princípios rígidos para serem considerados válidos, tratando a obtenção de resultados fundamentada apenas em dados obtidos sob uma metodologia não flexível.

Esses quatro princípios propiciam o debate em relação ao que seria uma boa conduta científica complementando a vasta literatura atual, que busca determinar os limites do plágio e das fraudes científicas.

2.3 O que é Tecnologia?

Para a compreensão do conceito de tecnologia é necessário fazer uma abordagem histórica devido aos equívocos ao pretender distinguir Ciência e tecnologia.

A história do homem iniciou-se juntamente com a história das técnicas e foi evoluindo junto com o processo de formação das sociedades humanas, por exemplo, quando um osso do esqueleto de um grande herbívoro tornava-se uma ferramenta. Em seguida, ao perceber que o atrito entre duas pedras ao se chocarem poderia lascá-las, originava-se uma nova ferramenta que substituiria os ossos. Dessa forma, alguns acontecimentos, como a pedra lascada, o fogo e a linguagem foram essenciais para registrar o surgimento de nossos antepassados, além de uma enorme mudança para a humanidade a caminho de construções e conquistas na história da sociedade atual.

Considerando os artefatos desenvolvidos pela humanidade, pode-se dizer que a tecnologia existia antes dos conhecimentos científicos e desenvolveu-se criando sistemas e artefatos complexos, muitas vezes sem a contribuição da Ciência.

A tecnologia, por ser um conceito polissêmico, reproduz algumas concepções obsoletas e reducionistas como citaremos neste trabalho. A concepção intelectualista considera a tecnologia como elementar utilização da Ciência. Já a concepção utilitarista argumenta que técnica e tecnologia são sinônimos, além de considerar sinônimos também

tecnologia e Ciência, causando diversos enganos. A concepção instrumentalista associa a definição de tecnologia com a produção de artefatos tecnológicos, sendo essa a ótica mais dominante no senso comum. A neutralidade destina ao usuário a determinação da tecnologia como algo adequado ou prejudicial. O determinismo tecnológico caracteriza a tecnologia soberana destituída do controle humano. A universalidade da tecnologia ignora o contexto social, político e econômico como se esse conhecimento pudesse ser usado independentemente da sociedade na qual está inserido.

Diante de tantas abordagens e concepções, o que seria tecnologia? Temos várias definições que afirmam sua relação a elementos socioculturais e é, essencialmente, uma produção humana desenvolvida a partir de conhecimentos e valores humanos.

Resumindo as concepções estudadas, Veraszto et al. (2008, p. 78) definem tecnologia "como um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos."

2.4 Implicações da Ciência e da tecnologia para a sociedade

As Ciências da natureza buscam compreender diversos acontecimentos naturais e de laboratório e explicá-los com base em estudos teóricos. Fenômenos nas áreas de Química, Física e Biologia estão presentes no cotidiano das pessoas e seu entendimento auxilia em uma melhor compreensão do mundo. Entretanto, o ensino de Ciências costuma apresentar grandes índices de desinteresse por parte dos alunos. A Ciência é ensinada de forma fragmentada, na qual vários assuntos são abordados separadamente, tornando difícil a compreensão de suas relações. A falta de conexão entre saberes aprendidos na escola e situações da vida real pode ser apontada como um forte causador do distanciamento dos estudantes pela Ciência.

Necessitamos da superação do ensino propedêutico que busca apenas preparar alunos para algo futuro, como aprovação em grandes exames nacionais ou carreira científica. Embora superar paradigmas educacionais tão consolidados seja uma tarefa difícil, é necessário fazê-lo por meio de pesquisas sobre metodologias, cursos de formação que permitam alterar as concepções de professores de Ciências, alterar os currículos, além de inserir outras alternativas em nosso sistema educacional como o movimento mundial de Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS em oposição ao ensino tradicional, visando à formação da cidadania.

O significado dessa abordagem no ensino é a compreensão da natureza da Ciência,

mostrando o caráter provisório de suas teorias. A partir desse entendimento, os estudantes poderão analisar o uso da Ciência considerando alguns critérios mais relevantes e, também, as opiniões contraditórias dos especialistas. Ao contrário, quando os estudantes são ensinados a interpretar a Ciência como verdade pronta e absoluta, apresentam posteriormente dificuldades em admitir duas ou mais alternativas possíveis para a solução de um problema. Nesse decurso, Kist e Ferraz (2010, p. 2) apontam:

Vários segmentos da sociedade brasileira desconhecem os benefícios ou os malefícios dos avanços em ciência e tecnologia (CT). É, portanto, recomendável que sejam realizadas pesquisas no âmbito da educação em CT para compreender como os professores entendem esses avanços, tidos como imprescindíveis para o desenvolvimento do país.

A fundamentação do conhecimento escolar pode ser possibilitada pelo uso da abordagem CTS proporcionando também a reflexão sobre a alfabetização científica e tecnológica (ACT), auxiliando o professor na clareza sobre o seu papel em sala de aula, principalmente referente a questões que integrem diferentes tecnologias.

A tecnologia também deve mostrar como o emprego de diversas formas de conhecimento pode auxiliar as demandas sociais, levando o aluno a entender as responsabilidades das inovações tecnológicas na sociedade, caracterizando-a como um método de produção social e compreendendo que seus produtos podem gerar certa dependência na população.

Quanto à sociedade, faz-se necessário entender o poder da influência dos estudantes para, então, conduzir uma reflexão sobre questões éticas, além de incentivá-los a integrar democraticamente o meio onde vivem. Em relação ao estudo de CTS, Kist e Ferraz (2010, p. 3) pontuam duas tradições distintas:

[...] a norte-americana, que coloca maior ênfase na abordagem das consequências sociais, das inovações tecnológicas e nas influências sobre a forma de vida dos cidadãos e das instituições e a europeia que coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, evidenciando a diversidade de fatores econômicos, políticos e culturais que participam na gênese e aceitação das teorias científicas.

Quanto ao Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade, originou-se no final da década de 1960 como uma crítica particularizada da situação da Ciência e tecnologia e de alguns aspectos políticos da região. Entre os anos 1950 e 1960, organizações internacionais, como a UNESCO, tornaram-se ligações institucionais fundamentais para a inserção de políticas de Ciência e tecnologia na América Latina.

(VACCAREZZA, 1998)

Assim, o início do movimento na América Latina encontra-se na reflexão da Ciência e da tecnologia como competência das políticas públicas. A conformação das relações CTS enfoca áreas temáticas, aspectos institucionais e o desenvolvimento de espécies sociais de interações. (DAGNINO, 2015)

Essas tradições, citadas acima, destacam a relevância social que, quando associada com Ciência e tecnologia, possibilita maior entendimento da natureza, oportunizando a transformação da sociedade.

A compreensão do enfoque CTS pode ocorrer sob duas perspectivas, a reducionista e a ampliada. A primeira traz a visão da neutralidade da Ciência e da Tecnologia acreditando que tudo que a CT produz é bom e cabe ao usuário determinar, dependendo do seu uso, como algo adequado ou prejudicial. Fazem parte dessa abordagem também alguns mitos como o do salvacionismo, que acredita na CT como garantidora de evolução, bem-estar social e solução para problemas sociais, ambientais e econômicos do planeta. Além do determinismo tecnológico caracterizado pela soberania destituída do controle humano e pela supremacia de definições tecnocráticas, carregando a visão de CT como verdades absolutas e incontestáveis. Essa abordagem, além de ignorar questões sociais, acarreta uma formação reacionária sobre as consequências da CT na sociedade. A segunda abordagem questiona todos os mitos carregados na perspectiva reducionista oportunizando, assim, a argumentação sobre questões sociais e provocando debates e reflexões sobre a não neutralidade da CT.

A inserção do enfoque CTS na educação formal é imprescindível quando o objetivo da formação é a alfabetização científica e tecnológica, devendo incentivar os jovens para o estudo de CT, contribuindo para que eles sejam capazes de tomar decisões apropriadas, causando transformações sociais e melhorando a qualidade de vida.

Nessa perspectiva, torna-se importante investigar as concepções de professores de Ciências em relação ao significado e promoção de ACT e sobre a ligação entre CT e a sociedade. As mudanças no ensino trazidas por esses enfoques só podem ser adquiridas com a atuação comprometida dos docentes, sendo fundamental fornecer assistência a eles tanto no aprimoramento da formação inicial quanto na formação continuada.

Bazzo (1998),² citado por Kist e Ferraz (2010, p. 7), afirma que:

O domínio dos conhecimentos sobre CTS implicará um novo proceder didático-pedagógico, em sintonia com a desejável formação do profissional-cidadão,

² BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 1998. 319 p.

trazendo como pressuposto educacional o alcance desta meta: educação escolar que propicie o ato de pensar com mais relevância do que o ato de reproduzir, para obter, não apenas a atuação de nossos estudantes como bons técnicos dotados de suficiente treinamento, cidadãos em sintonia com os problemas da sociedade na perspectiva de sua transformação.

A grande influência que o movimento CTS exerce no mundo mostra a relevância do estudo de Ciências na educação básica. Nesse contexto, o ensino de Ciências torna-se bastante relevante no exercício da cidadania, no qual a obtenção de informações pelos indivíduos é um fator fundamental. Essas informações dependem diretamente dos problemas sociais e demandam um posicionamento na busca de soluções.

A relação entre os fenômenos científicos e o progresso tecnológico provoca incontáveis influências no desenvolvimento do país. Diante disso, entendemos que o ensino de Ciências para a cidadania fundamenta-se na relação entre o conhecimento e o contexto social. Entretanto, esse conhecimento não se limita a um debate do contexto social nem ao aprendizado de conceitos científicos desconectados e sem significado. Esse ensino caracteriza-se por relacionar a Ciência e seu papel na sociedade, como uma atividade humana decorrente de um processo de construção social. Vista dessa maneira, é possível encerrar a concepção da Ciência neutra, infalível e desmitificar a ideia de que somente os cientistas são capazes de resolver os dilemas da humanidade, cabendo aos demais aceitar passivamente as soluções científicas.

As disciplinas de Ciências da educação básica não podem ser ensinadas com um fim em si mesmas, para garantir o objetivo principal do ensino, que é assegurar ao indivíduo o conhecimento que o capacitará a participar efetivamente da sociedade. Isso requer um conteúdo contextualizado, focado no desempenho responsável da cidadania, além do cuidado em vincular esse conhecimento às questões sociais.

O ensino de Química pode auxiliar na compreensão e utilização das informações básicas fundamentais, desenvolvendo nos estudantes algumas habilidades essenciais, como a compreensão de fenômenos relacionados à sua vida cotidiana, o manuseio de substâncias e materiais de forma segura, a crítica de informações científicas difundidas pela mídia, a interpretação sobre as implicações tecnológicas e a capacidade de julgamento em relação às implicações ambientais e sociais pela utilização de materiais químicos.

Utilizando temas químicos, como medicamentos, aditivos químicos, poluição, recursos energéticos, pode-se apontar a maneira como o aluno pode intervir na melhoria de sua qualidade de vida. Nessa abordagem, é possível evidenciar os paradoxos sociais causados pela revolução química na sociedade, debatendo com os estudantes sobre os reais favorecidos na

produção de riquezas, o aproveitamento abusivo praticado pelos grupos dominantes, os resultados ambientais causados pelo progresso tecnológico.

Em síntese, pode-se mostrar ao aluno que a Química é um conhecimento que necessita ser de domínio público, para que qualquer pessoa seja capaz de entender noções básicas necessárias para manusear aparelhos, além de compreender as implicações do uso da tecnologia química. Se os conteúdos estudados não forem desenvolvidos sob essa perspectiva, então, muito pouco poderá auxiliar para sua formação crítica. Nessa perspectiva, a abordagem por tema se configura como uma estratégia promissora do desenvolvimento de atividades de um Clube de Ciências.

Nesse contexto utilizaremos alguns exemplos de aplicação da abordagem CTS no ensino de Química.

Santos, Nascimento e Nunes (2012) elaboraram uma sequência de aulas sobre a Química dos Alimentos e Aditivos para ensinar Cinética Química e a aplicaram para uma turma de alunos da 2ª série, do ensino médio, de uma cidade no interior de Goiás. Para o entendimento desse tema foram desenvolvidos conceitos de Cinética Química objetivando relacionar as velocidades das reações e os fatores que a influenciam, como a deterioração e a conservação de alimentos. Foi apresentada a problemática aos alunos sobre o consumo exagerado de produtos industrializados, que possuem grandes quantidades de aditivos químicos, acarretando prejuízos à saúde. Após a aula expositiva, realizou-se uma atividade experimental e uma visita de campo a uma fábrica de refrigerantes, para que os alunos vivenciassem a realidade que estudaram na sala de aula e se conscientizassem sobre a quantidade de conservantes e demais aditivos químicos utilizados no processo de produção de refrigerantes.

Os autores observaram que estratégias alternativas de ensino promovem um maior interesse dos alunos e o uso de temas químico-sociais, com possibilidade de uma aprendizagem mais efetiva. Os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre o conceito químico proposto e seu cotidiano contribuindo, assim, para sua formação crítica.

Em outro exemplo de utilização da abordagem CTS, Santos, Cardoso, Abreu, Strieder & Silva (2015) apresentaram reflexões em torno da implementação de uma proposta de ensino com o tema Radioatividade. A proposta foi desenvolvida em uma escola pública federal, localizada em Brasília, em 14 aulas de 45 minutos cada, por duas professoras de Química da 2ª série do ensino médio. Nove turmas, totalizando 204 alunos, participaram da pesquisa. No caso da proposta em questão, foi analisado em que sentido e até que ponto as atividades didáticas desenvolvidas apresentaram indicadores da compreensão de aspectos relacionados à

Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social, entendidos como parâmetros da Educação CTS. Como resultado, a maior parte dos trabalhos mostrou o predomínio do conhecimento científico nas produções dos alunos. Por fim, os autores entenderam que as reflexões sobre uma prática efetiva de sala de aula, desenvolvida em um contexto escolar, podem contribuir para discussões em torno das implementações curriculares definidas por pressupostos CTS.

Zanotto, Silveira e Sauer (2016) também apresentaram resultados de um estudo realizado sobre a utilização de saberes populares como ponto de partida para o ensino de conceitos químicos, articulando os diversos saberes sob o enfoque CTS. A proposta foi realizada com 30 alunos, da 3ª série do ensino médio, de um colégio da rede estadual de ensino, da região sul do Paraná. Com o objetivo de minimizar a desmotivação e o desinteresse pela disciplina de Química, pesquisaram, nessa comunidade escolar, saberes populares que envolviam conceitos químicos, especialmente aqueles relacionados às funções orgânicas, valorizando-os e transpondo-os para o conhecimento científico, por meio do enfoque CTS.

Utilizando uma abordagem metodológica qualitativa com coleta de dados, apresentação e discussão dos resultados das pesquisas bibliográficas, elaboração de mapas conceituais e produção de infográficos (historinhas), esses autores concluíram que a utilização dos saberes populares foi um fator motivador e de apoio para a aprendizagem. Essa metodologia possibilitou a contextualização dos conteúdos, tornando o ensino de Química mais significativo, facilitando, dessa maneira, a criação de estruturas cognitivas e mudanças de perfil conceitual.

As implicações da Ciência e tecnologia para a sociedade, muitas vezes, estão articuladas à experimentação no ensino. Essa articulação pode contribuir no aumento de possibilidades metodológicas à experimentação problematizadora, se conduzida de forma adequada e não para comprovar a teoria, como discutiremos no capítulo 3, colaborando, assim, de forma efetiva na formação dos estudantes.

CAPÍTULO 3 – A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

A experimentação no ensino de Ciências teve ênfase em meados de 1960 sob influência de programas curriculares ingleses e americanos, que defendiam a ideia de que o ensino poderia se desenvolver a partir de experimentos. Desde então, essa estratégia de ensino passou a ser objeto de discussão na literatura, trazendo como questionamento a importância da experimentação no ensino de Ciências. Nessa discussão faz-se necessário compreender o significado da experimentação e o motivo de sua utilização no ensino.

A experimentação no ensino pode ser descrita como uma atividade que permite a vinculação entre fenômenos e teorias, trabalhando concomitantemente o fazer e o pensar, podendo ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos, estimulando a investigação. Porém, o mais comum são concepções simplistas de professores trazendo experimentos prontos como "receitas de bolo", nos quais existem respostas prontas e exatas, tirando o caráter investigativo e questionador da experimentação. Além da reafirmação da visão positivista e inadequada de Ciência, como conjunto acabado e estático de verdades definitivas.

O que se observa na prática é que muitos professores acabam não utilizando essa prática como estratégia de ensino em suas aulas de Ciências e, quando questionados sobre a não utilização da experimentação, elencam algumas dificuldades, como ausência de laboratórios, carência de materiais quando existe laboratório, espaços impróprios para realização de experimentos, tempo reduzido na grade curricular para aulas de Ciências, movimentação dos alunos pela escola ao deslocar-se até o laboratório, falta de tempo e estrutura destinados para a preparação de aulas práticas, o desenvolvimento dessas atividades no contraturno e a falta de roteiros apropriados, que causam uma maior desarticulação da relação teoria-experimento.

Diante das justificativas apresentadas por alguns professores, é possível inferir que muitos docentes não têm clareza suficiente sobre o que vem a ser a experimentação investigativa. Existem também algumas crenças relacionadas à experimentação, como a de que a simples realização dessas atividades promoveria aprendizagem por parte dos alunos. Algumas dessas crenças são citadas por Silva, Machado e Tunes (2010); são elas:

1. "*A Atividade experimental ser intrinsecamente motivadora.*" (p. 242).

Realizar atividades seguindo roteiros rígidos, com resultados estabelecidos, causa desinteresse nos estudantes.

2. *"A promoção incondicional da aprendizagem por meio da experimentação."* (p.242).

A aprendizagem não é satisfatória quando focada principalmente nos aspectos macroscópicos, desconsiderando os aspectos submicroscópicos, além do experimento sem significado para o aluno contribuir para a pouca aprendizagem.

3. *"A realização de experimentos que se limitam à apresentação de fenômenos impactantes, tais como: explosões, liberação de gases coloridos ou cheiros característicos, resulta em maior interesse em aprender."* (p. 242).

Esse efeito impactante acaba sendo um obstáculo à aprendizagem à medida que o interesse do aluno se limita ao aspecto macroscópico, diminuindo o interesse do estudante nos aspectos submicroscópicos.

4. *"Os alunos declaram gostar de ir para o laboratório ou realizar qualquer atividade experimental."* (p. 243).

Muitas vezes, o entusiasmo dos alunos com as aulas práticas se deve à oportunidade de maior movimentação e comunicação entre eles.

5. *"A existência de metodologia criativa e/ou dinâmica nas aulas experimentais, diferente das teóricas, estimula mais o aprendizado."* (p. 243).

Essa crença é consequência da incompreensão sobre a função da experimentação no ensino de Ciências, que auxilia também para a desarticulação teoria-experimento.

6. *"A realização de experiências no ensino básico permite desenvolvimento de atitudes científicas."* (p. 243).

Essa concepção reafirma a crença na existência de um único método, infalível e apropriado a qualquer campo da Ciência, enfatizando o conhecimento procedimental e desconsiderando a natureza da Ciência.

7. *"A experimentação mostra empiricamente como as teorias funcionam."* (p. 243).

Esse ponto de vista é muito comum no meio educacional, podendo gerar a ideia de que as teorias foram criadas por cientistas gênios e construídas baseando-se somente em sua intuição. Assim, prioriza-se a teoria reduzindo o fenômeno a uma mera confirmação empírica de uma verdade escondida na natureza.

Outro aspecto importante seria uma maior compreensão dos professores sobre a natureza da Ciência e a relação com seus processos de validação.

Para compreender a natureza da Ciência, faz-se necessário o entendimento de que a Ciência não é uma metodologia, não é neutra nem linear, mas sim uma forma de ver o mundo, podendo ser considerada como uma verdade transitória, aceita pela comunidade científica, em

determinado contexto.

O conhecimento científico é um agrupamento de ideias elaboradas na tentativa de compreender fenômenos e a definição de um conceito científico pode ser alterada ao longo da História. Essa mudança pode ocorrer porque as teorias foram desenvolvidas para explicar fenômenos observados, porém, na Ciência moderna, as teorias criadas possuem um alto poder de previsão de novos fenômenos, mesmo que nunca observados anteriormente, mantendo a relação teoria-experimento.

As teorias científicas são desenvolvidas, primeiramente, para elucidar alguns fatos e fenômenos do mundo concreto. Uma característica dessas teorias é seu potencial para explicar fenômenos similares, isto é, sua capacidade de generalização. Quanto maior a quantidade de fenômenos análogos que uma determinada teoria consegue explicar, maior será o seu grau de generalização. Entretanto, quando utilizamos uma teoria para explicar um fenômeno análogo não quer dizer que estamos provando a veracidade desta, mas sim testando sua capacidade de generalização. Uma teoria só é válida quando consegue explicar uma maior quantidade de fenômenos sendo avaliada pela sua capacidade de generalização.

A capacidade de previsão é outra característica das teorias científicas, ou seja, a habilidade de prever fenômenos que ainda não foram observados.

A capacidade de generalização e de previsão de uma teoria possibilita que a experimentação no ensino tenha um caráter investigativo, atribuindo, assim, à experimentação um papel central no fazer e aprender Ciência. Apropriar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de Ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar, preferencialmente, nas atividades investigativas.

A investigação no ensino de Ciência pode ter um papel significativo pois implica, entre outros, a capacidade de observar, planejar, levantar hipóteses, interpretar dados, analisar, refletir, elaborar explicações para o que se observa. Sabe-se que o experimento é uma atividade que relaciona teoria-experimento ou teoria-fenômeno, sendo, portanto, uma articulação entre o pensar e o fazer. Sendo assim, atividades investigativas por meio da experimentação podem fazer com que o aluno aprenda mais sobre a Ciência ampliando o conhecimento acerca dos conceitos.

Para realizar essas atividades, o professor precisa ter clareza sobre o papel da experimentação no ensino de Ciências, no sentido de contornar contratempos. Existe a necessidade de se modificar as concepções da obrigatoriedade de laboratórios bem equipados para realizar atividades experimentais. Nessa ampliação, cabem atividades em uma

diversidade de espaços que fazem parte da vivência cotidiana dos alunos como parques, praças, supermercados, além de jardim, horta, cantina da escola. Tais saídas de campo são significativas quando bem planejadas e conduzidas.

Dentro desse novo contexto de atividades experimentais, são apresentadas sugestões como atividades demonstrativo-investigativas, experiências investigativas, simulações em computadores, vídeos, filmes, horta na escola, visitas planejadas, estudos de espaços sociais e valorização de saberes populares, entre outros.

3.1 Atividades demonstrativo-investigativas

As atividades experimentais chamadas de demonstrativo-investigativas são aquelas em que fenômenos simples são mostrados, pelo professor, como uma maneira de inserir questões teóricas referentes aos fenômenos observados. Essas experiências podem ser introduzidas em aulas teóricas de forma a vincular, em um mesmo planejamento, uma relação entre aulas práticas e teóricas. As experiências demonstrativo-investigativas devem ser abertas, ou seja, sem a obrigação de obter resultados quantitativos aproximados aos valores tabelados e sem o objetivo de "comprovar a teoria", usam-se reagentes e materiais simples, em quantidades mínimas e, de preferência, que não produzam resíduos.

Assim, atividades que possuem natureza investigativa e uma metodologia que pode ser utilizada para essa finalidade são consideradas, neste trabalho, como atividades demonstrativo-investigativas.

As atividades experimentais demonstrativo-investigativas podem oportunizar: maior atuação e convívio entre alunos e professores na aula; melhor entendimento dos estudantes da relação teoria-experimento; verificação das concepções prévias dos alunos e, a partir dessas, a elaboração de perguntas que possibilitem conflitos cognitivos; relevância de ensinar por investigação; aprendizagem de princípios e ações que extrapolam o conteúdo, entre outros.

Recomenda-se que as atividades demonstrativo-investigativas sejam propostas, inicialmente, por uma pergunta que incentive a curiosidade e interesse dos alunos. Após fazer a pergunta, o professor deve escutar as respostas e debater com base nelas. Isso permite o conhecimento das concepções prévias de seus estudantes, possibilitando discuti-las ao longo da atividade, inserindo a interpretação submicroscópica e também enriquecendo a aula com uma maior participação de todos.

Em seguida, no decorrer do experimento, devem ser distinguidos os três níveis do conhecimento químico: o macroscópico, o submicroscópico e o representacional. O nível

macroscópico é a observação de um fenômeno, demonstrado pelo professor, explicando aos alunos todos os procedimentos realizados. O segundo nível é o submicroscópico, no qual é necessária a utilização das teorias científicas para explicar o fenômeno em questão. Já no terceiro nível, chamado de representacional, é apresentada uma representação da explicação científica para o fenômeno em questão, utilizando a linguagem química, física ou matemática, podendo ser usados gráficos, equações químicas, tabelas, etc.

Esclarecidas as dúvidas relativas aos fenômenos observados e aos conceitos estudados, recomenda-se a inserção do nível representacional, como um resumo do que foi aprendido, utilizando a linguagem científica. A seguir, é discutida a resposta da pergunta inicial. O próximo passo é a discussão da importância para a sociedade do fenômeno estudado, isto é, as implicações políticas, sociais, ambientais e tecnológicas relativas ao experimento realizado.

Nessa proposta torna-se fundamental o debate, com os alunos, sobre os três níveis do conhecimento químico e suas relações, bem como a inserção da relação Ciência-Sociedade. Essas questões dão o caráter investigativo ao experimento demonstrativo.

Finalmente, a discussão sobre o tratamento adequado que deve ser dado aos resíduos faz-se necessária, na medida em que a produção desses materiais é um fato inerente à experimentação no ensino de Química.

A gestão de resíduos de laboratório, na maioria das aulas, não é discutida, e o descarte adequado não é praticado. Normalmente, o lixo comum e o ralo da pia são a destinação final mais utilizada nas escolas.

Diversas substâncias e materiais que apresentam caráter tóxico e podem ser nocivos ao meio ambiente são utilizados em aulas experimentais de Ciências. Esses materiais não podem ser descartados em lixos comuns ou em redes de esgoto. Os resíduos devem ser tratados e os rejeitos desprezados de maneira correta.

Assim, para minimizar os problemas gerados pelo descarte feito de forma inapropriada, o professor deve planejar suas aulas de forma a usar quantidades mínimas necessárias de reagentes, além de considerar a recuperação e/ou descarte de resíduos.

Dentre as vantagens atingidas com a redução de escala, pode-se ressaltar a diminuição da poluição, do tempo reacional, da possibilidade de acidentes, da quantidade de resíduos/rejeitos produzidos e do dispêndio dos experimentos. Faz-se necessário priorizar práticas experimentais cujos resíduos possam, futuramente, ser utilizados em outras atividades. E, caso não seja possível fazer a reutilização, realizar o tratamento adequado, descartando na pia ou no lixo comum somente aqueles que estejam em conformidade com as condições e exigências estabelecidas na legislação ambiental.

Outro aspecto importante seria a discussão com os estudantes sobre a necessidade de descarte consciente desses resíduos. Nesse debate seria pertinente, também, abordar problemas ambientais e de saúde pública causados pela poluição, explicando a importância do planejamento para reduzir os efeitos negativos gerados pelo progresso, mostrando a influência positiva ou negativa de ações individuais e sua interferência nas questões ambientais. Essa atividade é bastante relevante porque, além de ensinar Ciências, estimula a responsabilidade socioambiental e possibilita o desenvolvimento de uma atitude ética.

Para minimizar a produção de material residual, os professores podem seguir alguns critérios de utilização racional de produtos químicos em suas aulas experimentais, sendo recomendável:

1. usar reagentes que causam menor impacto ambiental;
2. preservar os recursos naturais reutilizando, recuperando e reciclando sempre que possível;
3. programar a compra de produtos químicos em pequenas quantidades, evitando material estocado;
4. evitar a compra e o uso de substâncias tóxicas, corrosivas e perigosas;
5. doar ou trocar com outras entidades os produtos químicos excessivos ou desnecessários no laboratório;
6. modificar práticas experimentais que não se adaptam a esta proposta, trocando os reagentes químicos sem prejudicar a compreensão dos conceitos estudados.

Em escolas de ensino médio, a produção de resíduos é mínima se comparada à produção industrial, o que torna o custo desse tratamento muito elevado, então seria apropriado que a Secretaria de Educação efetuasse parcerias/convênios com instituições maiores, como universidades e cooperativas, possibilitando a disposição final dos resíduos perigosos. Podemos asseverar, entretanto, que devido à complexidade em analisar concentrações e descartar resíduos potencialmente tóxicos, a ação mais sensata em aulas de laboratório na educação básica seria a não utilização de materiais impactantes.

3.2 Experimentos tipicamente investigativos

Os experimentos tipicamente investigativos permitem uma participação mais ativa dos estudantes no desenvolvimento do projeto. Em alguns casos, pode ser necessária a existência de um laboratório na escola.

Silva, Machado e Tunes (2010) sugerem que os experimentos investigativos possam

ser desenvolvidos seguindo algumas etapas, a saber:

a) A proposição de um problema.

O professor pode iniciar por uma pergunta que desperte o interesse dos estudantes.

b) Identificação e exploração das ideias dos estudantes.

O professor pode pedir aos estudantes que proponham hipóteses para solucionar o problema inicial e também que expliquem o fenômeno observado, examinando suas concepções prévias. É essencial considerar os argumentos e concepções desenvolvidos pelos alunos, para reconhecer suas dúvidas e planejar questões mais desafiadoras.

c) Elaboração de possíveis planos de ação com seleção de experimentos para analisar as hipóteses levantadas.

O professor deve solicitar um plano de ação aos estudantes, objetivando a montagem do experimento que permitirá investigar as hipóteses iniciais.

d) Experimentação com o que foi planejado.

O professor deverá conduzir e orientar o trabalho. Deve ser ressaltado que os experimentos que não confirmam uma hipótese, necessariamente não estão errados, e que testes diversificados contribuem para o processo de construção da Ciência. Nessa etapa a coleta dos dados deve ser feita e registrada de forma organizada, para serem examinados posteriormente.

e) Análise dos dados colhidos.

Nessa etapa os dados devem ser sistematizados em tabelas e/ou gráficos. Após essa organização devem ser feitas discussões em torno dos mesmos, analisando sua pertinência para resolver a questão inicial da atividade experimental.

A linguagem científica utilizada nessa etapa torna-a a mais complexa para o entendimento do aluno, sendo necessário o intermédio do professor para estabelecer a relação teoria-experimento.

f) Resposta à pergunta inicial.

Nessa etapa deve-se resolver o problema inicial, verificando a validade dos questionamentos iniciais, das hipóteses apontadas e dos métodos usados. É recomendada a utilização de experimentos simples e que não envolvam etapas extensas e tediosas.

g) Importância para a sociedade.

Nessa etapa devem ser debatidas com os estudantes as implicações sociais e éticas da atividade desenvolvida relacionadas ao uso da Ciência e da tecnologia na sociedade.

Assim, as experiências investigativas podem ser realizadas dentro da sala de aula, bem como pela utilização de simulação em computadores, vídeos e filmes, horta na escola, visitas

planejadas e estudo de espaços sociais e valorização de saberes populares.

h) O tratamento de resíduos gerados na aula experimental.

A prática de experimentos nas aulas de Ciências deve considerar o descarte de materiais perigosos e os custos elevados para a disposição final desses rejeitos.

Antes da realização de qualquer atividade prática, faz-se necessário mensurar suas implicações socioambientais e educacionais, pois a experimentação deve proporcionar, além de questionamentos sobre conceitos científicos, também discussões relacionadas a questões ambientais.

CAPÍTULO 4 – OS CLUBES DE CIÊNCIAS

O poder da Ciência, hoje, em nossa sociedade ocidental, é inquestionável, entretanto, ela não consegue mais a solução de todos os problemas. Isso acarretou a perda do fascínio pela Ciência, embora o seu poder ainda seja perceptível, e ainda existe um cientificismo que atrapalha o entendimento da natureza da Ciência na medida em que suas ideias são mitificadas ao invés de serem compreendidas como relativas, mutáveis e fundamentalmente humanas.

Essa visão empírica da Ciência corresponde a uma disseminação das concepções que foram introduzidas pela Revolução Científica do século XVII, e essa ideia de que Ciência alcança verdades e dados incontestáveis dos fatos ainda prevalece em diversos segmentos.

Na sociedade atual, o poder indiscutível da Ciência vende mercadorias, conceitos e informações. A retórica científica, normalmente usada em propagandas, se torna mais eficiente quanto menor o conhecimento de quem escuta a mensagem, porque será maior o efeito misterioso dessa linguagem. Então, torna-se essencial a compreensão do conhecimento científico também para nos proteger dessa retórica que atua ideologicamente em nosso cotidiano.

A inquietação com essa dominação alienante justifica a preocupação em relação aos processos de ensino-aprendizagem de Ciências e de divulgação científica e urge a necessidade de uma formação fundamentada na ideia contemporânea da Ciência que seja apta a mudanças e indagações. Essa formação deve habilitar uma pessoa a avaliar uma notícia midiática ou real, entendendo que excessos da mídia, muitas vezes, favorecem a mitificação e ampliam a aversão do público em relação à Ciência.

A educação básica não está atendendo as demandas da sociedade relacionadas à alfabetização científica, à interdisciplinaridade e à contextualização, visto que persiste uma fragmentação entre o que os educandos vivenciam no cotidiano e os conteúdos ministrados na sala de aula. Essa fragmentação do conhecimento torna os conteúdos curriculares desconectados e sem sentido e resulta na falta de vontade e interesse dos estudantes, além da constante preocupação de professores que priorizam apresentar conteúdos a relacioná-los ao desenvolvimento de posicionamentos e práticas que contribuam para a vida dos alunos.

Nesse contexto, os espaços de educação formal tornam-se deficientes em sua função de alfabetizar cientificamente os alunos, surgindo a necessidade de criação de ambientes destinados à aprendizagem de Ciências, assim os Clubes de Ciências são soluções viáveis ao ensino das escolas.

O Clube de Ciências pode ser definido como um local de compartilhamento de conhecimento que possibilita a troca de saberes, a investigação da natureza e dos fenômenos científicos, além de fornecer ferramentas para a atividade experimental. Propomos trabalhar a experimentação como uma atividade que permitirá a vinculação entre fenômenos e teorias, executando concomitantemente o fazer e o pensar, e que pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos e a pesquisa.

Como definem Mancuso, Lima e Bandeira (1996),³ citados por Silva (2015, p. 16):

Um espaço de leituras diversas, troca de ideias e de experiências e crescimento conjunto, de estímulo a “fazer Ciência”, mas no sentido de compreender a Ciência presente no cotidiano e estimular a construção de uma mentalidade crítica sobre as diferentes questões que envolvam, inclusive, a qualidade de vida dos indivíduos.

Um Clube de Ciências pode ser um espaço não formal que proporcione a alfabetização científica e que estimule o senso crítico em relação à Ciência, propiciando situações apropriadas para o aluno investigar, pesquisar, debater e pensar sobre questões científicas, éticas e morais no uso da Ciência e das tecnologias. Nesse sentido, a alfabetização científica auxilia para que os estudantes usem os conhecimentos de sua vida diária, com o objetivo de melhorar suas condições de vida e compreendam a maneira como a intervenção social sobre determinados acontecimentos impactam suas vidas e o planeta.

Nos Clubes, as orientações de trabalho precisam ser suscetíveis a adaptações e orientar-se por temas determinados, mas que gerem o interesse dos alunos e contemplem as demandas da comunidade participante. Nessa lógica, compete ao professor possibilitar práticas que insiram os estudantes no aprofundamento de assuntos contextualizados que contemplem os objetivos dos Clubes. De acordo com o levantamento feito por Mancuso, Lima e Bandeira (1996), em geral, os objetivos dos Clubes de Ciências são semelhantes e devem: proporcionar o desenvolvimento atitudes e habilidades relacionadas ao espírito científico; despertar o interesse pela Ciência e pelo estudo dos fenômenos e processos naturais; preparar para uma evolução científica e tecnológica; oferecer um ambiente no qual o estudante possa dialogar, refletir e compartilhar suas experiências e inquietudes e, desta forma, possibilitar o desenvolvimento de criticidade e autonomia nos estudantes.

Considerando que o ensino de Ciências passa por contínuas mudanças, sendo que algumas dessas modificações podem ser fundamentais na vida do estudante, faz-se necessário

³ MANCUSO, R.; LIMA, V. M. R.; BANDEIRA, V. **Clubes de Ciências**: criação, funcionamento, dinamização. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

esclarecer que um Clube de Ciências que visa à alfabetização científica não tem a intenção de formar futuros cientistas e sim procurar meios que estimulem o protagonismo estudantil, propiciando o desenvolvimento da capacidade do estudante de uma maneira espontânea. Então, ele não deve ser apenas mais um receptor de conhecimentos transmitidos pelo professor.

4.1 O que são Clubes de Ciências – Histórico e Evolução

Os Clubes de Ciências surgiram, no Brasil, a partir dos anos finais da década de 1950 devido às modificações que ocorreram no ensino e como resposta ao momento político e econômico que o país vivia. O objetivo desses Clubes era ensinar o método científico e reproduzir o que era feito em laboratórios de pesquisa pelos cientistas. Surgiram também as feiras de Ciências, nesse período, para apresentar o que era feito nos Clubes.

Nessa época, prevalecia uma visão da neutralidade da Ciência que era refletida nas práticas dos Clubes, cujo professores dedicavam-se à produção de artefatos tecnológicos orientados pelo "método científico". Os trabalhos realizados pelos estudantes eram avaliados pelo professor com vistas a analisar a capacidade dos alunos.

Conhecer a origem dos Clubes de Ciências no Brasil faz-se necessário para auxiliar a percepção histórica da forma como eles estão há muito tempo contribuindo para o desenvolvimento do ensino e propiciando a investigação e a pesquisa científica, embora seu maior objetivo sempre tenha sido a utilização do método científico e a formação do futuro cientista.

Entretanto, os objetivos dos Clubes de Ciências mudaram, pois antes pretendiam responder aos avanços tecnológicos e agora visam dar significado ao ensino, atribuindo sentido pela aproximação teoria-prática, por meio de metodologia investigativa que destaca o cotidiano e evidencia a relação entre o conteúdo científico e a sociedade.

Nos dias atuais, o Clube de Ciências pode ser definido como um ambiente no qual as atividades são realizadas em horário de contraturno, destinadas ao estudo, elaboração de projetos e discussão sobre temas científicos. É um espaço em que os estudantes apresentam suas ideias, seus interesses e aspiram conhecimentos, fazendo uso de algum tipo de metodologia investigativa.

Um Clube de Ciências é formado por alguns estudantes, orientados por professores, para realizar atividades que despertem ou aumentem o interesse pelo conhecimento científico. O essencial é proporcionar aos participantes uma visão crítica em relação ao fazer Ciência,

que lhes possibilite aprender como ocorre a produção dos conhecimentos, o processo defectível e suscetível de incertezas, a não neutralidade da Ciência, as controvérsias envolvidas no processo, as interferências do momento histórico e das predileções de alguns grupos, ou seja, o vínculo existente entre o discurso social e o fazer científico.

O contato com a realidade e com os problemas do cotidiano promove o senso crítico do sujeito que começa a questionar, contestar e procurar soluções, trazendo significado à sua aprendizagem, sendo incentivado pelo Clube de Ciências. A função dos professores que atuam nos Clubes é de orientar as atividades e estimular os estudantes a desenvolverem essas habilidades por si. Quanto aos problemas a serem investigados, a curiosidade e as propostas das atividades devem surgir de ambos, alunos e professores.

Os Clubes proporcionam um espaço no qual professores e alunos ultrapassam o ambiente escolar para aprender e ensinar com entusiasmo. A implementação do Clube ocorre em diferentes contextos, mas habitualmente é motivado pela vontade de aprofundar os conteúdos vistos em aula, oportunizar um local com troca de experiências, socialização e aprendizagem.

Os Clubes de Ciências criam circunstâncias apropriadas aos alunos que mostram interesse e curiosidade pela Ciência, promovendo a realização de investigações, visitas, leituras, pesquisas e experimentos que proporcionam maior conhecimento, além do desenvolvimento de suas competências.

Em resumo, podemos apresentar tópicos que fundamentam esse espaço:

a) O significado de Clube de Ciências pode variar dependendo do grupo participante, mas não muda quanto a ser um local de encontros com o objetivo de aumentar o conhecimento.

b) Em relação aos encontros realizados em um Clube, torna-se essencial a presença frequente dos associados por serem encontros praticados no horário contrário ao horário das aulas, como atividade extraclasse.

c) Os Clubes necessitam receber orientações de um professor, que atuará como assessor nos encontros, visando uma maior organização das atividades realizadas.

d) Quanto aos objetivos apresentados em um Clube, o estímulo pelo interesse na Ciência mostra uma grande colaboração para uma formação cidadã na perspectiva de uma alfabetização científica.

4.2 Clubes de Ciências como Espaço Não Formal de Educação

Um ambiente de estudo e discussão sobre Ciência, distante da rigidez da sala de aula é de essencial importância, pois não existe a possibilidade de participar como agente de transformação na sociedade sem um conhecimento básico da Ciência. Assim, um Clube de Ciências tem o objetivo de gerar esse ambiente, tendo como alicerce a Ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, pois as questões científicas não estão excluídas do contexto social, político, ambiental e econômico dos estudantes.

O Clube de Ciências é também uma opção para oferecer aos estudantes mais espaço para trabalhar os conteúdos que não são completamente esgotados durante as aulas, criando ferramentas capazes de transformar a curiosidade do aluno em conhecimento e, em seguida, em práticas que melhorem sua qualidade de vida e de sua comunidade.

A educação desejada por meio dos Clubes procura suplantar a concepção de Ciência desconectada, demonstrar sua natureza, o processo e a influência social da produção científica, além de reconhecer a vivência e a experimentação no processo de aprendizagem. Do ponto de vista teórico e metodológico, a implementação de Clubes de Ciências oferece a oportunidade de acrescentar novas referências para práticas educacionais sistematizadas relacionadas à efetividade de espaços de educação não formal.

O ensino de Ciências pode desenvolver-se em diferentes contextos e espaços. Assim, diversas características e conceitos estão sendo utilizados na literatura para tentar definir os espaços educacionais, formal e não formal, procurando um adequado entendimento e distinção entre esses termos. Embora ainda não exista um consenso, torna-se essencial essa compreensão para realizar análises sobre o potencial dos espaços não formais para o ensino de Ciências, demonstrando a relevância dos conhecimentos que podem ser proporcionados fora da escola, mas que estão relacionados ao conhecimento científico.

O uso do termo “espaço não formal” tornou-se comum entre os profissionais de educação para descrever espaços, fora da escola, onde se podem realizar ações educativas e onde se aprende por meio do compartilhamento de vivências, em ambientes coletivos, com ações interativas realizadas propositadamente e a participação opcional dos indivíduos. No entanto, essa definição é muito mais complexa.

Com a intenção de conceituar mais amplamente o espaço não formal, é importante definir o que é espaço formal de Educação. O espaço formal refere-se às Instituições Escolares, definidas na Lei 9.394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, sendo a escola com todos os seus ambientes: salas de aula, laboratórios, biblioteca, pátio, cantina...

Para Jacobucci (2008), o espaço não formal pode ser definido como o local onde ocorre uma prática educativa. Existem dois tipos de espaços não formais: os espaços institucionalizados, que dispõem de planejamento, estrutura física e monitores qualificados para a prática educativa dentro desse ambiente, sendo o caso dos museus, centros de Ciências, parques ecológicos, clubes de ciências, institutos de pesquisa, zoológicos, dentre outros; e os espaços não institucionalizados, que não dispõem de uma estrutura preparada para esse fim, contudo, se bem planejados e utilizados, poderão se tornar espaços de educação científica, que podem ser teatros, parques, praças, praias, cavernas, rios, dentre outros inúmeros locais.

A utilização de espaços não formais institucionalizados com uma função educativa, como o Clube de Ciências, é uma ferramenta importante para o ensino de Ciências porque possibilita aprendizagens e saberes que não são proporcionados pelo ensino escolarizado, considerando a diversidade etária, cultural e formativa. Além da superação na fragmentação do conhecimento pelo envolvimento e motivação promovido pelas práticas.

Um Clube de Ciências proporciona o desenvolvimento de atividades científicas que envolvam os alunos com a sociedade, impulsiona a responsabilidade, o espírito de equipe, além de oportunizar um ambiente descontraído de conhecimento e colaborar em ações representativas da escola, como a Feira de Ciências. Mais uma vez pode contribuir como um caminho alternativo de ensinar Ciências de uma forma atraente e eficaz.

4.3 Como implementar um Clube de Ciências

As etapas para implementação de um Clube de Ciências foram detalhadamente discutidas na Proposta de Ação Profissional, que se encontra ao final, como parte integrante desta dissertação.

✓ Etapa 1

O Clube deve surgir com direcionamento do professor e pela vontade dos alunos, então, nessa etapa deve ser feito um levantamento do quantitativo de alunos interessados em se associarem ao Clube de Ciências.

✓ Etapa 2

Estipular as prioridades como: local de encontro, materiais de direcionamento das atividades, convite aos pais/comunidade.

✓ Etapa 3

Com o grupo formado, organizar a divulgação do Clube e sua finalidade para a comunidade escolar.

✓ Etapa 4

Definir como será o funcionamento do Clube (dias, horário das reuniões), fazer o registro dessas condições em ata e posteriormente discutir com os integrantes suas propostas de projeto/ trabalho.

✓ Etapa 5

Elaborar o estatuto, o regulamento interno, a definição de funções específicas.

✓ Etapa 6

Pesquisa referente às atividades que irão realizar. Sugestão para os miniprojetos/ temas.

✓ Etapa 7

Organização da Feira de Ciências da escola e planejamento de eventos, com ou sem premiação, de que os alunos gostariam de participar e verificar a viabilidade da presença deles em locais previamente definidos.

CAPÍTULO 5 – APRENDIZAGEM EM GRUPOS COOPERATIVOS

Em um ensino tradicional, verifica-se pouca interação entre aluno e professor, e quase nenhuma entre os estudantes. A exposição do conteúdo, feita pelo professor, muitas vezes não oportuniza um ambiente de aprendizagem eficaz, podendo impossibilitar o desenvolvimento de determinadas habilidades.

Um ambiente de aprendizagem eficaz seria aquele em que os estudantes sejam capazes de participar ativamente. Elmore,⁴ citado por Moog e Spencer (2008), concorda que as pessoas aprendem efetivamente, ensinando. Esse paradigma é explícito quando ele declara que os conhecimentos resultam da participação ativa de sua apropriação. Os alunos ensinam uns aos outros sob orientação do professor. Essa afirmação sugere que o foco da aprendizagem deve estar na atividade dos alunos e não na exposição de conteúdos, feita pelo professor.

Em oposição ao ensino tradicional, surge a proposta da aprendizagem em grupos cooperativos. Essa aprendizagem tem sido adotada no meio acadêmico, por sua capacidade de possibilitar uma aprendizagem mais ativa, que estimule o pensamento crítico, expandindo a capacidade de interação dos indivíduos, pois além de valorizar o conhecimento prévio e a visão de mundo do estudante, o processo ensino-aprendizagem está mais centrado no aluno.

A aprendizagem em grupos cooperativos auxilia os alunos na apropriação de conceitos, tornando-os mais autônomos em sua aprendizagem. Tais propostas trazem concepções sobre ensino, aprendizagem e natureza do conhecimento. Uma das ideias fundamentais que Torres e Irala (2014) defendem é da construção social do conhecimento, aquele que ocorre na interação entre as pessoas. Então, as autoras supracitadas desaprovam a metodologia de reprodução do conhecimento, que coloca o aluno como sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, surge a metodologia POGIL (Process-Oriented Guided Inquiry Learning), proposta empregada em atividades do Clube de Ciências, com algumas características de um trabalho de aprendizagem em grupos cooperativos.

5.1 POGIL - Process-Oriented Guided Inquiry Learning

O POGIL - Process-Oriented Guided Inquiry Learning, sem tradução compatível para o português, é uma metodologia centrada no aluno, baseada no desenvolvimento cognitivo e

⁴ Elmore, R. F. Foreward. Christensen, C.R., Garvin, D.A., and Sweet, A., Eds.; *In: Education for Judgement*. Boston, MA: Harvard Business School, 1991.

na aprendizagem em grupos cooperativos. Moog e Spencer (2008) define POGIL como uma metodologia em que os alunos atuam em pequenos grupos, tendo o professor como supervisor. As atividades desenvolvidas pelos estudantes possuem três características principais, que são: o envolvimento ativo dos estudantes nos grupos, os materiais utilizados para o estudo orientado e o foco no aprimoramento de habilidades.

Nessa metodologia, os alunos estão comprometidos em compreender o conteúdo, desenvolvendo habilidades de aprendizado e trabalhando em equipes. São desenvolvidos alguns princípios, como: aprender com o outro; dar suporte um ao outro; autodesafiar-se para alcançar um potencial de liderança; incentivar e melhorar a capacidade de solucionar problemas, entre outros. A expectativa, nesse processo, é de que o aluno se torne um indivíduo ativo e, assim, desenvolva um pensamento crítico.

A proposta do POGIL propõe que os alunos possuam funções dentro do grupo. Essas funções específicas ajudarão o estudante a compreender sua importância como integrante de um grupo e a influência que pode ter na vida dos colegas. O engajamento dos estudantes e a interação social são considerados essenciais para o alcance de uma aprendizagem em longo prazo. Pois, quando os alunos se juntam para construir, entender, debater, discutir ideias diferentes e resolvê-las, seu desempenho individual pode ser aprimorado.

Considerando esses aspectos, Moog e Spencer (2008) descreve que as atividades do POGIL são desenvolvidas na expectativa de proporcionar aos estudantes, por meio de um trabalho ativo e em grupo, o desenvolvimento do próprio conhecimento e a aplicação de novos conceitos, na solução de problemas em diferentes situações.

O POGIL iniciou sua trajetória em 1994, em departamentos de Química de diversas universidades dos Estados Unidos, e ainda hoje é muito divulgado em cursos de graduação de Química e também na educação básica americana. Essa metodologia ocorre por um ciclo de exploração do próprio entendimento dos conceitos e, posteriormente, aplicação do conhecimento adquirido em situações-problema. Esse trabalho é um processo acompanhado pelo professor, que atuará como um problematizador.

5.2 Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Aprendizagem em Grupos Cooperativos

Segundo a teoria sociocultural de Vygotsky⁵ (1988), citado por Moreira (2011), o processo de apropriação do conhecimento é um ato essencialmente social. Portanto, trabalhar em grupo, debater, discutir diferentes ideias contribui para o melhor desempenho de

⁵ VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988. 168 p.

indivíduos em processos de ensino-aprendizagem. Quando um aluno negocia seu entendimento com outro colega, espera-se que o aprendizado se torne mais fácil e mais efetivo. Quando surge um novo conceito a compreender, compartilhar aquele empecilho, diminui o desafio de aprender. O envolvimento dos alunos, nessa aprendizagem em grupo, favorece a aprendizagem e desenvolve habilidades de comunicação e interação com outras pessoas.

Para Vygotsky (1988), existe uma relação muito forte entre a aprendizagem e as relações possíveis de serem estabelecidas pelos alunos. Aprender se torna mais efetivo quando existe interação social entre os sujeitos, principalmente quando há discordância de ideias, pois o debate incentiva um acordo de significados entre os estudantes.

Os estudantes, cada qual na sua individualidade, trazem pequenas contribuições e pensamentos a respeito da atividade, assim podendo negociar e criar significados. Assim, a aprendizagem em grupos cooperativos proporciona uma maior capacidade de o conhecimento durar mais tempo, enquanto que uma sala de aula tradicional não proporciona muitas chances desse aprendizado acontecer efetivamente.

5.3 Papel do professor na Aprendizagem em grupos cooperativos

Ao utilizar a metodologia POGIL, é importante conhecer o papel do professor, que conduzirá os estudantes para que sejam capazes de aprender e desenvolver um pensamento crítico. Torres e Irala (2014) descrevem sua postura como supervisor da aprendizagem, que trabalha com as condições adequadas para que os estudantes criem e recriem significados. Esse processo está intimamente ligado às experiências de cada estudante e ao meio social a que pertencem.

O professor trabalha gerando contextos e ambientes adequados para o aluno desenvolver suas habilidades sociais e cognitivas de modo criativo, na interação com o outro. Também é função do professor verificar e rearranjar os grupos, quando necessário, garantindo a participação de todos os integrantes. É considerável, também, assegurar diversidades dentro de um mesmo grupo.

Segundo Moog (2008), o professor que utiliza o POGIL orienta os estudantes no processo de aprendizagem e compartilha caminhos para que as habilidades requeridas no mundo profissional sejam desenvolvidas pelos alunos. O professor pratica liderança, assessoria, problematização e avaliação.

CAPÍTULO 6 - PROPOSTA METODOLÓGICA

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública do Distrito Federal. A comunidade escolar dessa instituição conta atualmente com turmas dos três anos do ensino médio regular no diurno e no noturno e com quatro séries do ensino fundamental no período vespertino. Os estudantes têm idades entre 10 e 18 anos e são oriundos em sua grande parte de moradores da cidade Candangolândia, região administrativa do Distrito Federal, onde se situa a escola. Foi uma das escolas escolhidas para desenvolver o projeto de ensino integral, que foi aplicado inicialmente, no ano 2018, em apenas quatro turmas de 1ª série do ensino médio.

Inicialmente, sem um espaço físico próprio e reunindo estudantes de diferentes séries em horários alternativos aos das aulas da grade curricular formal, as atividades foram organizadas em torno de projetos demonstrativo-investigativos, centrados no tema energia, desenvolvidos no laboratório de Física, que é pouco utilizado pelos professores de Ciências.

Os dados da pesquisa foram coletados a partir de questionamentos e entrevistas realizados com 12 alunos que participaram voluntariamente do Clube de Ciências a partir de experimentos selecionados pelo professor, sobre o tema energia.

O desenvolvimento das atividades seguiam etapas pré-determinadas, da seguinte maneira: os alunos clubistas respondiam perguntas elaboradas previamente, que tinham o objetivo de compreender qual a concepção inicial do estudante sobre o assunto. Em seguida, era desenvolvido o procedimento experimental. Após a conclusão dessa etapa era feita a observação macroscópica e a explicação da professora para a interpretação submicroscópica e, finalmente, a discussão sobre as implicações da Ciência e da tecnologia para a sociedade. Em todo o processo ocorria a participação ativa e espontânea dos alunos, com suas perguntas, experiências de vida, exemplos, conhecimentos e associações ao conteúdo visto em sala de aula.

Ao final de todas essas etapas, que duravam entre 2 ou 3 encontros, os alunos respondiam as mesmas perguntas iniciais. Assim, seria possível verificar a aprendizagem, caso houvesse alteração na concepção prévia do estudante.

A metodologia de investigação nos conduziu na obtenção, análise e interpretação de dados, e foram utilizados os seguintes instrumentos:

- a. perguntas investigativas sobre a concepção prévia dos alunos clubistas;
- b. estudo dos experimentos desenvolvidos com observação macroscópica, interpretação submicroscópica e expressão representacional;
- c. registro dos alunos clubistas com áudios e perguntas sobre a opinião deles no

desenvolvimento da atividade experimental;

d. respostas às perguntas citadas no item "a", para observação de mudança de concepção prévia;

e. minha observação direta e participante quanto ao discurso e comportamento dos alunos;

f. análise da opinião dos professores regentes quanto à mudança de postura dos estudantes em sala de aula.

A metodologia da criação do Clube de Ciências envolveu oito etapas, detalhadas a seguir:

✓ Etapa 1

A escolha dos alunos integrantes do Clube de Ciências

Em um momento inicial, procurei a escola e conversei com os professores de Química e Física (a escola não possui professor definitivo de Biologia, todo ano é alterado por contrato temporário, por isso não houve colaboração do professor dessa disciplina) para propor a implementação do Clube de Ciências. Marcamos uma reunião com a equipe diretiva da escola para explicar as vantagens da implementação do projeto.

Depois dessa reunião, o diretor e a professora de Física listaram prováveis alunos interessados em participar do projeto e fizeram o convite a cada um deles para uma reunião inicial com a coordenadora do Clube, para esclarecimento inicial sobre o funcionamento e finalidade de um Clube de Ciências.

Foram convidados 20 alunos das três séries do ensino médio, com o maior número de alunos da 1ª série porque há um número maior de turmas e pelo interesse em dar continuidade ao projeto nos anos seguintes. Alguns alunos que não foram convidados se ofereceram, manifestando o interesse em participar e outros, que ficaram sabendo depois, sentiram-se discriminados. Com essa "discriminação" surgiu a ideia de os alunos criarem um "Clube de Humanas", na biblioteca, por iniciativa da professora responsável, em que eles iriam incentivar a leitura e a discussão de temas relacionados aos conteúdos da área de Humanas. Após as explicações dessa reunião, os alunos interessados preencheram uma ficha de inscrição, associando-se. Foram preenchidas 12 fichas com alunos da 2ª e 3ª séries. Infelizmente, os alunos da 1ª série não tiveram interesse em participar. Na ocasião, foi marcada a reunião seguinte para definir alguns critérios de criação e funcionamento do Clube.

✓ Etapa 2

Os membros interessados presentes totalizaram 12 alunos com idade entre 15 e 18

anos. Desse total havia 3 alunos do sexo masculino e 6 do sexo feminino da 3ª série, 2 alunos do sexo masculino e 1 aluna do sexo feminino da 2ª série. Esses estudantes aceitaram o convite para participar do Clube de Ciências, preencheram a ficha de associação e, conduzidos pela professora, iniciamos a organização do Clube.

Assim, foi definido que as reuniões aconteceriam semanalmente, às quartas-feiras, no turno vespertino, no Laboratório de Física. Também foram discutidas as possíveis propostas de trabalho, a partir dos interesses e expectativas dos associados.

✓ Etapa 3

Definição das funções dos associados e planejamento da apresentação do Clube para a comunidade escolar

Nessa reunião, foi realizada uma votação entre os membros para definir as funções de presidente, secretário(a), tesoureiro(a) e as comissões, bem como a forma de divulgação dos trabalhos do Clube de Ciências para a comunidade escolar. A forma escolhida foi a criação de um mural exclusivo para divulgação científica com conteúdos cotidianos e com as atividades do Clube de Ciências.

Quanto à apresentação sobre a criação do Clube, foi feito um convite individual, nominal e por escrito a todos os professores, coordenadores e direção da escola. Essa apresentação será descrita detalhadamente na etapa 4.

Em seguida, foi elaborado o estatuto do Clube de Ciências, abordando como seria a organização, os direitos e deveres dos sócios, bem como a inclusão e exclusão deles, a descrição de cada função e das respectivas comissões, a finalidade do Clube, entre outros aspectos. Também foi definido o nome do Clube, Clube de Ciências Hawking, que foi estabelecido pelos sócios em homenagem ao cientista Stephen Hawking que, coincidentemente, faleceu no dia da criação do nosso Clube. Após a definição do nome, os clubistas criaram o logotipo.

✓ Etapa 4

Com o grupo formado, local, dia, funções, horário definidos e estatuto elaborado, foi feita a divulgação do Clube e sua finalidade para a comunidade escolar. Em abril de 2018, foi realizada uma reunião com a presença de todos os professores, coordenadores e direção da escola, em horário de coordenação, para a apresentação que abordou a formação, as funções dos participantes e os objetivos do Clube de Ciências.

Acredito que esse momento, além de ser muito importante para os alunos clubistas,

também foi essencial para dar credibilidade ao projeto. Essa etapa foi bem organizada. Os clubistas organizaram as etapas da apresentação e o lanche que foi servido após a reunião.

Minutos antes da chegada dos professores e coordenadores, os alunos ficaram bem ansiosos. Eles treinaram a sequência da apresentação e fui contribuindo com a fala deles para auxiliá-los. Nesse momento, notei a importância da presença de um professor na orientação do projeto. Quando os alunos sentem-se inseguros, recorrem aos mais experientes. Apesar do nervosismo, foi uma apresentação completa. Os estudantes ficaram felizes, confiantes e entusiasmados.

Ao final, escutamos a contribuição dos presentes, servimos um lanche e a interação entre alunos, professores e direção foi um momento essencial nessa etapa.

✓ Etapa 5

Definição das atividades desenvolvidas no Clube

As atividades estabelecidas foram a criação do mural, a realização da Feira de Ciências da escola, a participação do prêmio jovem cientista, sugerida pela direção da escola. Por sugestão da professora, ficou definido o tema energia para o desenvolvimento de atividades que, posteriormente, seriam apresentadas à comunidade escolar.

Começamos as atividades com a construção do protótipo de um aquecedor solar, que somado a outros experimentos, resultou no trabalho apresentado na Feira de Ciências da escola e será detalhado no capítulo 6, sobre resultados e discussões.

✓ Etapa 6

Organização e participação da Feira de Ciências da escola

Os clubistas participaram da elaboração do edital de inscrição dos demais alunos da escola, inscreveram o projeto do Clube de Ciências, sobre o protótipo do aquecedor solar, e participaram da avaliação dos demais alunos quanto à presença, à participação e ao comportamento antes, durante e depois da apresentação do trabalho dos outros grupos.

A apresentação do trabalho do Clube de Ciências foi o protótipo de um aquecedor solar e os materiais utilizados para sua confecção foram os polímeros. Houve também discussão sobre a classificação e o descarte dos polímeros.

Os três melhores trabalhos da escola foram selecionados para participar da Feira de Ciências regional, e o aquecedor solar estava entre esses trabalhos.

✓ Etapa 7

Participação na Feira de Ciências regional do Núcleo Bandeirante. Esse evento foi essencial porque ocorreu na volta do recesso de julho. Esse retorno foi bastante delicado porque o entusiasmo com a Feira de Ciências da escola passou e o Clube perdeu o sentido para alguns estudantes. Porém, os resultados positivos e os contratempos que ocorreram nessa apresentação foram motivadores para os alunos que continuaram no Clube.

✓ Etapa 8

O desenvolvimento da aprendizagem em grupos cooperativos com a participação do Clube de Ciências na recuperação dos outros alunos da escola, na disciplina de Física. Essa atividade ocorreu com atividades demonstrativo-investigativas e com a colaboração dos alunos clubistas no tocante ao ensino do conteúdo e quanto à aplicação da Ciência no cotidiano dos estudantes.

CAPÍTULO 7 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme visto na metodologia, após a criação do Clube de Ciências foram desenvolvidas cinco atividades de caráter científico, a saber:

1. a construção de um protótipo de aquecedor solar e a discussão sobre os princípios de funcionamento;

1.a discussão sobre o conceito e o descarte de polímeros;

1.b organização e participação na Feira de Ciências da escola;

1.c participação na Feira de Ciências regional;

1.d participação na Feira de Ciências distrital.

2. O Clube de Ciências auxiliando os outros alunos por meio da aprendizagem em grupos cooperativos, na disciplina de Física. Foram desenvolvidos os seguintes experimentos:

- funcionamento do micro-ondas;

- foguetinho;

- funcionamento da geladeira.

A metodologia de análise das questões respondidas foi guiada pela Análise de Conteúdo (FRANCO, 2008). Para todas as questões abordadas adotamos o mesmo procedimento de análise das respostas. Essa análise consistiu, basicamente, em classificar e tabular as respostas de acordo com categorias que revelam seus graus de proximidade a respostas que consideramos cientificamente corretas para cada questão.

Quanto ao julgamento e à tabulação das respostas dadas pelos alunos para cada questão, as respostas foram classificadas segundo três categorias, denominadas A, B e C. De acordo com a categorização aqui adotada, as respostas consideradas como A são conceitos apontados como cientificamente corretos e mais específicos que as respostas das demais categorias. As respostas classificadas por B são consideradas cientificamente corretas, porém os conceitos foram usados parcialmente. Já as respostas categorizadas por C apresentam ideias distantes das cientificamente corretas, em que os conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

A seguir serão discutidos os resultados obtidos em cada atividade, segundo essa metodologia de análise.

1. Construção de um protótipo de aquecedor solar

a. A construção

Os alunos levaram todo o material necessário para a construção do primeiro protótipo. Após a construção apareceram muitos vazamentos, sendo necessário mais cuidado na hora de cortar e encaixar a placa e a colagem de massa adesiva. Devido ao excesso de massa adesiva usada e a continuidade de vazamentos encontrados na placa, foi necessário trocá-la.

Na substituição da placa também surgiram problemas com vazamentos, porém, com mais cuidado, utilizou-se menor quantidade de massa adesiva e funcionou enquanto foi aquecida com a luz solar. Ao se utilizar a lâmpada incandescente como fonte de aquecimento aconteceu um pequeno acidente. A lâmpada ficou muito próxima da placa de PVC, até que ela encostou na placa e estourou, fazendo um barulho de explosão e assustando todos os presentes. Então, foi necessário montar a placa pela terceira vez. O maior desafio foi encontrar outra lâmpada. A venda de lâmpadas incandescentes foi proibida no Brasil em julho de 2017. Essa medida foi tomada principalmente em virtude da política por eficiência energética, para que haja um menor gasto de energia elétrica, visto que as lâmpadas de filamento são pouco eficientes.

A terceira placa foi feita, em dias diferentes da reunião do Clube de Ciências, e finalmente funcionou.

Essa etapa de construção foi importante para que os alunos compreendessem os métodos da Ciência. Iniciar o trabalho com a construção de um protótipo de um aquecedor solar proporcionou a observação do fenômeno e o registro de algumas concepções prévias sobre o funcionamento do protótipo, como foi citado por um dos clubistas:

"A água sobe por causa da pressão gerada pelo calor da placa de PVC e a prova disso é que enquanto a placa de PVC está fria, a água não sobe."

b. Discussão sobre o princípio de funcionamento do protótipo

Após a construção do protótipo do aquecedor solar e com o objetivo de analisar as concepções prévias, os alunos foram questionados com os seguintes tópicos: Como funciona um aquecedor solar? Qual a finalidade de um aquecedor solar?

O objetivo dessa etapa inicial foi identificar as diferentes concepções dos alunos com relação ao funcionamento do aquecedor solar e à utilidade social desse artefato construído por eles.

Na primeira pergunta as respostas foram baseadas somente na observação macroscópica, descrevendo detalhadamente o trajeto da água e a diferença entre a temperatura inicial e final que ocorreram no processo, como podemos observar nos trechos abaixo:

“Coloca-se água no reservatório, em seguida ela passa pela placa de PVC, onde ela é aquecida pela luz solar, passando por esse processo ela volta novamente para o reservatório e assim sucessivamente.”

Para entender a natureza da Ciência, nós estudamos os conceitos que explicam o funcionamento do protótipo. Os resultados foram analisados quanto à apropriação dos conceitos científicos, iniciando com a observação macroscópica e, em seguida, com a explicação submicroscópica.

A observação macroscópica quanto o funcionamento do protótipo pode ser vista no trecho abaixo:

“A água que fica no fundo do reservatório(fria) é levada pela mangueira, passando pela placa de PVC onde estará recebendo calor de uma luminária e sendo levada (quente) para a parte de cima do reservatório. E o processo continua até que toda a água esquente.”

As respostas que citaram a subida da água ao reservatório, sem auxílio de uma bomba, descreveram a força da água exercida pelo calor que era suficiente para realizar o processo, desconhecendo os conceitos submicroscópicos envolvidos, como demonstrado nos trechos abaixo:

"Ela consegue subir sem uma bomba por causa da força exercida pelo calor."

"Através da agitação das partículas, que acontece por meio do calor que a placa apresenta, gerando uma pressão sobre a água".

Quanto ao fato da água com temperaturas diferentes estar no mesmo reservatório, a maioria dos alunos afirmou que a água quente e a fria não iriam se misturar no mesmo recipiente, porém não souberam explicar o motivo.

Em seguida, realizou-se o estudo da explicação submicroscópica do processo, discutindo detalhadamente o funcionamento do aquecedor. Nesse estudo foram abordados os seguintes conceitos: o uso da lâmpada incandescente simulando a luz solar; a relação entre a cor preta e a absorção de luz e calor; a relação entre densidade e volume da água devido ao aumento de temperatura; o processo termo-sifão; o movimento de convecção da água e a disposição da água quente e da fria no mesmo reservatório.

Os dados foram coletados com o registro dos alunos clubistas, utilizando um caderno individual durante todo o processo, com anotações por escrito sobre suas concepções prévias de determinada pergunta. Após a realização do estudo, eles responderam novamente as

mesmas perguntas. Essas perguntas foram respondidas semanas após a realização do estudo. Ao final de todo o processo, a coleta desses dados finalizavam uma etapa da pesquisa.

Em seguida, foi analisada a maneira como esses conceitos apareceram nas respostas. A expectativa era que houvesse apropriação dos conceitos e que eles constariam nas explicações das respostas.

As respostas foram agrupadas nas seguintes categorias:

- (A) Conceitos foram usados adequadamente.
- (B) Conceitos foram usados parcialmente.
- (C) Conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

Quadro 2 - Compreensão dos estudantes sobre os fenômenos envolvidos no funcionamento do protótipo de um aquecedor solar

Critérios de Análise	Respostas (%)		
	A	B	C
Quanto o uso da lâmpada incandescente simulando a luz solar.	55,6	11,1	33,3
A relação entre a cor preta e a absorção de calor.	22,2	55,6	22,2
A relação entre densidade e volume da água devido ao aumento de temperatura.	22,2	33,3	44,4
O processo termo-sifão.	88,9	0	11,1
O movimento de convecção da água.	55,6	33,3	11,1
A disposição da água quente e da fria no mesmo reservatório.	55,6	22,2	22,2

Fonte: elaborado pela autora

Analisando os dados da tabela acima, consideramos que os conceitos envolvidos no uso da lâmpada incandescente simulando a luz solar, o processo termo-sifão, o movimento de convecção da água e a disposição da água quente e da fria no mesmo reservatório foram compreendidos pela maioria dos alunos, com índices de acerto que variaram de 55,6% a 88,9%, como podemos ver, no trecho a seguir, uma resposta com os conceitos considerados explicados adequadamente.

"A lâmpada incandescente simula o sol, que ao contrário da fluorescente emite luz e calor. Através do calor que a lâmpada emite, a placa de PVC, que está pintada de preto, vai absorver o calor e esquentar a água que desce do reservatório. Quando a água começa a esquentar, suas moléculas ficam agitadas e aumentam o espaço entre si, fazendo com que ela fique menos densa e suba de volta para o reservatório através do processo natural chamado termo-sifão e do movimento de convecção da água, que faz a água fria sair do reservatório e entrar quente."

Quanto à relação entre a cor preta e a absorção de luz e calor, foi parcialmente entendida, (55,6%). A maioria dos alunos (44,5%) não compreendeu a relação entre

densidade e volume da água devido ao aumento de temperatura. Apenas 22,2% dos alunos tiveram a resposta considerada adequada para esse conceito. Como exemplo de resposta (A), temos:

"A água sobe sem bomba por meio de um processo chamado termo-sifão, que ocorre com o aquecimento da água na placa, fazendo as moléculas se movimentarem, aumentando seu volume. Como o volume é inversamente proporcional à densidade ($d=m/v$), a água aquecida na placa sobe, voltando para o reservatório."

Numa primeira tentativa as explicações sobre a relação entre a cor preta e a absorção de calor e as relações entre densidade e volume da água devido ao aumento de temperatura não foram consideradas adequadas. Então, na preparação para a Feira de Ciências da escola, esses conteúdos foram retomados e rediscutidos. Na apresentação da Feira pudemos notar que houve uma melhoria considerável na apropriação dos conceitos.

Quanto à utilização da cor preta na placa de PVC, destacamos os seguintes trechos:

"A placa de PVC é branca. Por que a gente a pintou de preto? O branco reflete e o preto absorve todas as cores."

"Por que a placa é preta? Pintamos a placa de preto por ela absorver todas as cores, ela maximiza o calor, fazendo com que a água que desce pela parte inferior suba para a parte superior quente (menos densa) sem precisar de uma bomba."

No que diz respeito à importância para a sociedade, foi feita a pergunta: "Para que serve um aquecedor solar?" Ao responder essa pergunta, os alunos limitaram-se ao aquecimento da água e à economia de energia elétrica para famílias carentes. Após nosso estudo, todas as respostas apresentaram-se mais complexas, demonstrando uma visão mais ampla sobre a importância social da utilização do protótipo e da energia solar. Além de comparações entre a energia solar, termoelétrica e hidrelétrica, como podemos ver nos trechos a seguir:

"O aquecedor solar ajuda com a preservação do ambiente, uma vez que é feito por materiais recicláveis. É um projeto autossustentável, diminui as desigualdades, fornecendo água quente para aqueles que não têm ou buscam uma forma mais acessível e ecologicamente saudável de conseguir a água quente. Abre novas portas de emprego, pois é necessário pessoas que forneçam o material, montem o aquecedor e instalem. Ajuda também a diminuir o efeito estufa, pois ao utilizar uma energia limpa, como a luz do sol, não produzirá os gases estufa. Utilizando a luz solar também economizamos energia."

"Um aquecedor solar é útil em vários pontos, um deles é a economia de energia elétrica devido à utilização da energia solar, o que também contribui para a diminuição da

emissão de gases do efeito estufa, já que grande parte da energia do país vem de energia termoelétrica. O aquecedor solar também ajuda na redução das desigualdades, uma vez que muitas pessoas não têm acesso à água quente. Além disso, ele contribui para o surgimento de empregos, na fabricação, planejamento e montagem do aquecedor e seus respectivos materiais. O aquecedor pode contribuir para a redução dos impactos ambientais causados por usinas hidrelétricas nos ecossistemas em que estão localizados.”

1.a - Discussão sobre o conceito e o descarte de polímeros

Continuando os estudos sobre o protótipo de um aquecedor solar, foi feita uma análise sobre os polímeros devido ao material utilizado na construção ser constituído, em sua maioria, por polímeros naturais e sintéticos. A madeira, como exemplo de polímero natural, a placa de PVC, os canos, o reservatório como polímeros sintéticos termoplásticos e a massa adesiva como polímero sintético termorrígido.

Os alunos foram questionados antes e depois do estudo com as três perguntas: O que você entende por plásticos? Os plásticos são todos iguais? Qual a melhor forma de descartar os plásticos?

Na análise dos conceitos prévios, verificou-se que os alunos definiram o plástico como material moldável, reutilizável e reciclável, mas confundiram os conceitos de termorrígidos e termoplásticos, como pode ser observado nos trechos abaixo.

"É um material que, dependendo, é muito difícil de quebrar, ele aguenta uma certa temperatura de calor, mas se for muito alto ele derrete. Ele pode ser meio elástico ou duro."

"Existem muitos tipos de plásticos, mas não sei a total definição, sei que eles podem ser modelados (alguns sim, outros não)."

"Plástico é tudo aquilo que pode ser modelado."

Quando questionados se os plásticos são todos iguais, responderam:

"Não, têm plásticos mais resistentes que não derretem e têm plásticos que derretem e formam tipo um líquido preto."

"Não. Temos vários tipos de plásticos como os termorrígidos e os termoplásticos, os naturais e os sintéticos, entre vários outros."

Quanto à forma de descarte, os alunos citaram a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais sem citar nenhum método específico e sem detalhar como poderiam ser feitos esses

procedimentos.

Após o estudo e a realização da parte experimental, citada acima, os alunos responderam novamente as três perguntas iniciais. As respostas foram agrupadas nas seguintes categorias:

- (A) Conceitos foram usados adequadamente.
- (B) Conceitos foram usados parcialmente.
- (C) Conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

Quadro 3 - Compreensão dos estudantes sobre polímeros

Critérios de Análise	Respostas (%)		
	A	B	C
Plásticos são polímeros.	100	0	0
Polímeros como uma macromolécula formada a partir de monômeros.	33,3	0	66,7
Classificação de polímeros como termorrígidos ou termoplásticos.	55,6	22,2	22,2
Diferença na formação de cadeias lineares e tridimensionais.	11,1	22,2	66,7
Reciclagem como melhor forma de descarte.	77,8	22,2	0
Identificação e separação de materiais plásticos em processo de reciclagem/utilização de simbologia da ABNT.	0	11,1	88,9
Prejuízos causados pela queima de polímeros.	11,1	33,3	55,6

Fonte: elaborado pela autora

Em relação ao conceito de que plásticos são denominados polímeros, este foi compreendido por 100% dos alunos. No entanto, apenas 33,3% dos alunos citaram a formação dos polímeros e em 66,7% das respostas não apareceu a palavra monômero.

Como pode ser observado, a maioria (55,6%) distinguiu a diferença entre termorrígidos e termoplásticos, classificando-os como não moldáveis e moldáveis; em contrapartida, 66,7% não citaram a diferença que ocorre entre a cadeia polimérica desses casos. Essa diferença foi usada de forma adequada somente por uma aluna (11,1%). Isso demonstra que o conceito foi parcialmente compreendido, pois apesar de saber o nome e a característica principal, os estudantes não compreenderam os aspectos submicroscópicos. O trecho abaixo sintetiza a maioria das respostas analisadas quanto aos diferentes tipos de plásticos.

"Não. Alguns, podemos classificar como termorrígidos e outros, como termoplásticos. Os termoplásticos podem ser moldados com a presença de calor, os termorrígidos não."

Quanto à melhor maneira de descartar os plásticos, 77,8% citaram a reciclagem e a

reutilização, de forma bem genérica. Analisando as respostas dadas antes do estudo, nota-se que essa concepção não foi alterada, pois foi obtida a mesma resposta. O experimento mostrando os efeitos na queima de PVC e os materiais levados para diferenciar os diversos polímeros, classificados pela ABNT, não se mostraram significativos para a aprendizagem desses fenômenos.

Somente uma resposta foi dada adequadamente, pela aluna que apresentou esse trecho na Feira de Ciências.

"Reciclando e reutilizando. Não podemos queimar, pois ajuda a aumentar o efeito estufa, provoca chuvas ácidas. O PVC, por exemplo, após queimado solta um ácido chamado ácido clorídrico, que quando sobe faz com que aconteça o fenômeno de chuvas ácidas, que matam peixes, contaminam as águas dos rios, atrasam a fotossíntese e causam danos à nossa saúde."

Analisando a aprendizagem de polímeros, notou-se uma ampla relação entre a divisão de grupos para a apresentação do trabalho na Feira de Ciências e a aprendizagem dos alunos. Os conceitos foram usados adequadamente quando determinada pergunta contemplava o conteúdo específico pelo qual o aluno seria responsável na apresentação. A estratégia de divisão do grupo para a apresentação limitou o interesse do estudante, que aprendeu somente o necessário para apresentar. Esse resultado mostrou uma aprendizagem insuficiente quanto ao conteúdo que o aluno não precisava apresentar.

Essa parte da pesquisa teve como objetivo analisar qualitativamente o discurso dos alunos, durante as reuniões do Clube de Ciências, em momentos em que nos reuníamos para avaliar o trabalho realizado. Cada aluno expressou sua opinião, respondendo perguntas direcionadas sobre a sua participação em cada etapa da Feira de Ciências da escola. As falas dos estudantes, respondendo essas questões, foram gravadas e transcritas, além de observações pessoais da pesquisadora. Esse material proporcionou a análise de cinco momentos importantes durante a pesquisa:

- Sentimento de pertencimento à escola.
- Mudança de atitude na sala de aula, com maior interesse no conteúdo explicado pelos professores de Ciências, relatado tanto pelos professores vigentes quanto pelos alunos clubistas.
- Participação dos alunos mais tímidos, expondo suas opiniões oralmente, verificando que houve então espaço para a participação de todos.
- Melhora da autoestima dos estudantes, em relação ao conhecimento, na relação com o outro, na diminuição da timidez e na percepção de sua importância no projeto e na escola,

principalmente quando ajudaram outros alunos.

- Colaboração com os outros clubistas (entre eles) em relação à explicação do conteúdo.

Ressalta-se que as falas foram transcritas de forma que os alunos clubistas foram identificados pela letra C, seguidos de uma numeração aleatória, com o intuito de resguardar sua identidade.

Vale destacar, também, que a participação dos alunos foi voluntária e não relacionada com a obtenção de pontos ou outros benefícios.

1. b Organização e participação na Feira de Ciências da escola

Foi feita uma roda de conversa na qual os alunos foram questionados em relação a quatro etapas que participaram na Feira de Ciências da escola. Foram elas:

- A elaboração do edital com as regras da Feira de Ciências.
- A inscrição dos trabalhos que seriam apresentados na Feira de Ciências, com a análise e aprovação do pré-projeto dos demais alunos da escola.
- Nos dias das apresentações dos trabalhos, a responsabilidade de avaliar os outros alunos em relação à assiduidade, à organização e à limpeza.
- Análise da participação e aprendizagem individual no trabalho do Clube de Ciências, o protótipo de um aquecedor solar.

A elaboração do edital com as regras da feira de Ciências

Os professores de Ciências da escola nos forneceram o edital da Feira de Ciências do ano anterior para que o Clube ficasse responsável pela elaboração das regras referentes à Feira do ano vigente (2018). Durante a reunião para formular essas regras, foram discutidos diversos assuntos. A discussão do edital foi a última pauta do encontro e, aos poucos, os alunos foram saindo, até porque extrapolamos o horário de reunião. No final ficaram 4 alunos e a professora do Clube finalizando o edital. Como podemos ver na fala do clubista:

- (C1)"Eu acho que eu ajudei sim, bastante, porque eu fui uma das poucas pessoas que ficou aqui sentado, ajudando a fazer o edital da feira. E seria muito legal avaliar os alunos do vespertino também."

Durante a semana esse edital foi anexado no mural do Clube de Ciências e os alunos

clubistas passaram em todas as turmas informando os dias de inscrição dos trabalhos e entregando para cada grupo uma cópia do edital. Os clubistas ficaram responsáveis pela inscrição dos trabalhos da feira.

A inscrição dos trabalhos apresentados na Feira de Ciências

Os clubistas que saíram mais cedo da reunião de elaboração do edital informaram-se rapidamente sobre as regras, pois deveriam responder aos questionamentos dos demais colegas. Essa inscrição durou uma semana e foi feita durante o intervalo das aulas, cuja duração é de 25 minutos. Os alunos do clube seriam responsáveis pela análise e aprovação do pré-projeto dos grupos, não sendo permitidos projetos com experimentos iguais.

Como podemos verificar nos trechos destacados abaixo, a grande maioria dos trabalhos foi entregue no último dia.

- (C1) "Realmente todo mundo deixa o trabalho para a última hora. E o trabalho que fez primeiro a inscrição foi por causa do meu recado ao grupo, afirmando que caso tivesse outro trabalho igual eles deveriam escolher outro. Acredito que fui um cara muito legal nessa parte."

- (C4) "No começo foram poucos grupos que se interessaram. Eu achei legal que eles pediam nossa opinião na realização do trabalho."

- (C2) "Apenas uma turma entregou o pré-projeto com antecedência, o restante deixou para a última hora. Muitos trabalhos repetidos. Então, eu aprendi que é muito chato atrapalhar as aulas, muito chato mesmo atrapalhar pessoas que estão fazendo algo importante, aprendi também a não deixar as coisas para a última hora."

Observa-se nesse relato que eles fizeram uma autoanálise em todos os momentos, citando sua participação na organização e na sua aprendizagem também. A colaboração na organização da Feira de Ciências promoveu o protagonismo juvenil, colocando o aluno no centro de todas as etapas do processo, possibilitando que ele tivesse um papel ativo. Um dos objetivos de um Clube de Ciências, como citado no capítulo 4, visa à alfabetização científica, sem a intenção de formar futuros cientistas. Buscam-se, assim, meios de estimular o protagonismo estudantil, propiciando o desenvolvimento da capacidade de autonomia dos estudantes de uma maneira espontânea.

- Avaliação dos outros trabalhos em relação à assiduidade, à organização e à limpeza

Em geral, os clubistas comentaram sobre a quantidade de experimentos que priorizavam os aspectos macroscópicos, aspectos visuais excessivos e sem significado, com muita decoração, como balões, EVA, papel crepom... porém, sem a compreensão necessária dos alunos responsáveis pelo trabalho, para realizar uma apresentação que enfocasse os conceitos e mostrassem a apropriação de conhecimento. Além da qualidade ruim dos trabalhos por terem sido feitos de última hora.

Essas observações podem ser interpretadas pela ótica de Silva, Machado e Tunes (2010), ao abordarem que o importante na experimentação não é a prática em si, mas o significado submicroscópico do fenômeno e também ao afirmarem que a experimentação não se limita à apresentação de fenômenos impactantes, pois a aprendizagem não é satisfatória quando focada principalmente nos aspectos macroscópicos, desconsiderando os aspectos microscópicos, em que se pode identificar a apreensão do conhecimento científico. Além do experimento sem significado para o aluno contribuir para a pouca aprendizagem.

Destacamos o trecho abaixo porque mostra como eles se sentem entusiasmados em participar do processo de avaliação da Feira, mesmo sendo responsáveis por quesitos que não envolvem a apropriação do conteúdo. Além da importância do clubista sentir-se reconhecido, melhorando, assim, o processo de motivação dos estudantes.

- (C2) “Achei legal porque estávamos fazendo uma parte que a gente nunca viu da Feira de Ciências. A gente sentou com os professores, analisamos os trabalhos, ajudamos a recolher os trabalhos, ajudamos com a organização e limpeza das salas. Foi muito bom porque eu confesso que me senti “o cara” (risos). Achei muito doído eu poder mandar assim. Mas achei legal também ajudar os outros alunos porque na feira é cada um por si e Deus por todos, mas com o Clube de Ciências ajudando todo mundo, achei que foi bem mais legal.”

- Análise da participação e aprendizagem individual no trabalho do Clube de Ciências

Com os trechos destacados abaixo, verificamos a empolgação dos clubistas por acreditarem ter conseguido a apropriação do conhecimento. Mesmo aqueles que não estavam na vez da fala complementavam a resposta do outro, sorrindo, com muito entusiasmo. Vimos que os alunos se sentiram felizes e agradecidos ao notarem suas capacidades. Este, com certeza, é um dos principais objetivos educacionais, despertar no aprendiz suas capacidades e autoconfiança.

- (C5) *“É que é tão legal você transmitir quando você realmente sabe da coisa e eu, pelo menos, quando sei de uma coisa quero contar pra todo mundo. Eu acho que no meu tema eu fui muito bem, eu realmente sabia o que estava acontecendo.”*

- (C3) *“Eu acho que eu falei tudo que eu aprendi em todos esses meses que a gente veio estudando, então, eu acredito que eu estava preparada para responder qualquer dúvida. Eu saberia responder porque foi um assunto que eu gostei. Eu me interessei, então, eu acredito que quando a gente explica uma coisa que a gente gosta, a transmissão para a pessoa que está ouvindo é bem mais fácil para ela entender. Como o nosso tema foi sobre coisas que a gente usa no dia a dia fica mais interessante.”*

Eu me sinto com certeza do que eu estou falando porque eu aprendi. Não é uma coisa que estou chutando, que eu vi numa fonte errada e eu estou falando qualquer besteira. Porque a gente aprendeu, tivemos um ensino diferenciado, que despertasse o interesse na gente.”

- (C4) *“Achei muito legal o que a gente apresentou porque foi uma coisa próxima de todos nós. Eu achei um conteúdo muito legal e como eu sabia, respondia as perguntas das pessoas. Eu pesquisei exemplos de termoplásticos, porque eu só sabia da baquelite. Eu procurava as coisas dentro de casa, colocava fogo no fogão. Eu peguei tudo, cada coisa lá em casa tem uma pontinha derretida. Eu procurei saber mesmo para ter certeza porque não adianta passar uma coisa e aquilo estar errado.”*

Durante esse processo de estudo e montagem do trabalho da Feira de Ciências, tivemos um problema. Um dos alunos clubistas, que faltava bastante, voltou. A intenção dele era o benefício de obter nota na Feira de Ciências, com o projeto pronto do Clube. Foi feita uma reunião, conforme o Estatuto (detalhado na Proposta de Ação Profissional) definindo pela exclusão desse sócio. Consideramos um ponto negativo a saída de um clubista, visto que o objetivo da criação do Clube era despertar o interesse dos alunos pela disciplina, por meio da inclusão de membros. E, exclusivamente, nesse caso, nosso objetivo não foi atingido.

Em contrapartida, nesse mesmo período, um estudante solicitou, por escrito, a participação no Clube, como podemos ver no relato abaixo:

“ O principal motivo por eu querer fazer parte do Clube é a vontade de aprender coisas novas. Ainda mais quando se trata da área de Exatas, pela qual sempre tive muito interesse e facilidade para entender. Foi até por esse motivo que decidi seguir uma carreira profissional que tivesse como base as Ciências Exatas. Creio que fazer parte do Clube me ajudará e me incentivará à conquista desse objetivo. Então, se aceito, pretendo levar o Clube a sério e comparecer as reuniões.

PS: Please, accept me.”

A inclusão desse novo membro ocorreu mediante reunião e votação dos demais sócios. Essa autonomia dos clubistas foi motivadora. O presidente do Clube deu boas-vindas ao novo integrante com discurso e palmas.

Permitir que os próprios sócios decidissem pela inclusão e exclusão de outros alunos foi um aspecto muito positivo, pois os mesmos se consideravam responsáveis pelo comportamento do novo membro, além de aumentar o sentimento de pertencimento ao grupo e à escola.

O trabalho do Clube de Ciências foi avaliado por uma equipe compostas por três professores da escola; no entanto, todos os professores ficaram curiosos e foram observar e escutar a apresentação dos clubistas. A equipe docente ficou admirada com a quantidade de informações associadas ao cotidiano mostrada no trabalho. Os alunos foram muito elogiados e o trabalho ficou classificado entre os três melhores da escola. Como consequência dessa classificação, o Clube foi convidado a participar da Feira de Ciências regional. Essa Feira reuniu todos os trabalhos selecionados da região administrativa do Núcleo Bandeirante, cidade satélite do Distrito Federal.

- A mudança de atitude nas aulas de Ciências

Como consequência do aprendizado dos alunos, ocorreram mudanças de atitudes nas aulas de Ciências. Essa transformação pôde ser notada pelo professor e esse reconhecimento transformou a relação professor-aluno. Nos relatos abaixo, os estudantes tanto descreveram suas mudanças pessoais quanto a postura do professor ao ensiná-los:

- (C3) “O professor de Química está tão feliz com a gente, eu acho que ele está tão orgulhoso, de ver assim, a gente gostar tanto. Qualquer coisa que ele pergunte a gente sabe responder. Ele dá aula feliz e, 'tipo assim', quando alguém tem alguma dúvida eu já respondo na minha mente. Porque a gente sabe que aprendeu alguma coisa, quando sabe explicar para outra pessoa. Então, assim, dá vontade de falar, mas eu penso, não vou falar nada, deixa o professor explicar.”

- (C5) “Na aula de Química, as meninas, algumas colegas, estavam ficando com raiva de mim. Porque o professor ia explicar e perguntava, para ver se a pessoa estava aprendendo. Eu respondia tudo e tinha gente que estava furioso.”

- (C2) Isso foi na revisão de Química. O professor foi falar do tópico "polímeros", a gente 'ehehehehe' (comemoração). Pode perguntar tudo, pode colocar o polímero que você quiser aí.”

Durante o conselho de classe os professores comentaram, de forma bastante positiva, a melhora na participação e nas notas dos alunos clubistas. Inclusive, para os alunos que não gostavam muito de Química e de Física, a Feira de Ciências foi excelente, e os alunos clubistas ficaram muito entusiasmados; porém, em seguida começou o recesso de julho.

O recesso escolar e a volta às aulas

Na volta às aulas, muitas coisas mudaram. Essa foi a época mais tensa do Clube de Ciências. Depois de um mês sem aula e sem encontros, os alunos voltaram bastante desestimulados. A empolgação dos alunos não era mais a mesma, o entusiasmo e a necessidade de nota da Feira de Ciências haviam passado. Afinal, depois da Feira de Ciências, tínhamos que começar um novo projeto, com outros objetivos.

O projeto do aquecedor solar seria exposto na Feira regional, e essa apresentação foi o que estimulou, um pouco, os alunos. Mas, e se eles não fossem convidados para participar da Feira de Brasília e depois da Feira nacional, como ficaria o Clube? Fiquei muito preocupada.

Alguns clubistas desistiram de participar e eu fiquei extremamente angustiada, com medo da minha pesquisa não dar certo. Ocorreram três saídas: uma aluna conseguiu estágio, o outro mudou o turno de trabalho e a outra perdeu o interesse pelo projeto porque passava por problemas pessoais e familiares. Os três conversaram comigo, individualmente, justificando e lamentando a saída. Fiquei extremamente triste e desestimulada com esses desfalques, mas comecei a pensar em algo que pudesse reavivar o Clube de Ciências. Foi então que, conversando com a professora de Física, decidimos colocar o Clube para colaborar nas atividades de recuperação dos alunos dessa disciplina. O processo aconteceu numa aprendizagem em grupos cooperativos, como foi discutido no capítulo 5. Essa etapa foi fundamental para o entusiasmo e a aprendizagem dos clubistas e discorreremos sobre ela no próximo item da discussão de resultados.

No início do semestre, também se decidiu quais atividades deveriam permanecer e quais deveriam ser excluídas do Clube. O mural foi abordado como a atividade que deveria ser modificada.

O objetivo do mural era a leitura de alguns textos científicos, com discussões para a compreensão da natureza da Ciência. Posteriormente, os melhores textos seriam anexados ao mural, para divulgação científica na comunidade escolar.

Essa atividade não obteve sucesso porque as atividades de leitura e discussão não foram realizadas como previsto. Não houve interesse dos clubistas, que decidiram pelo fim do mural, justificando que a escola não valorizava aquele espaço, usando-o para divulgar outras informações, desconexas com a proposta.

O mural transformou-se em uma conta na rede social, Instagram, com a seguinte justificativa: *"Com o excessivo uso da tecnologia, criar uma conta no Instagram seria mais*

útil e acessado pelos alunos."

A conta no Instagram foi aberta, porém, sem textos científicos, discussões e informações úteis. Transformou-se em um mural digital de imagens das reuniões e atividades do Clube de Ciências. Essa alteração foi responsável pela perda total do foco de divulgação científica. Por essa razão, não foram citados os resultados dessa atividade, nesta dissertação.

1.c Participação na Feira de Ciências regional

Os três melhores trabalhos apresentados na Feira de Ciências da escola foram selecionados para participar da Feira de Ciências regional do Núcleo Bandeirante. Essa participação foi a primeira atividade do Clube após o recesso. Os alunos estavam muito entusiasmados para participar da Feira, principalmente pela valorização do nosso trabalho.

Os grupos selecionados participaram de uma reunião do Clube de Ciências para definição dos aspectos finais da apresentação.

Os demais alunos, ao entrar no laboratório, queriam mexer em tudo, entender o funcionamento dos equipamentos, usar os óculos, cheirar reagentes... e essas curiosidades deixaram os clubistas incomodados. Vários deles se queixavam à professora sobre esse comportamento dos alunos, com medo de estragar algo ou machucar alguém, além de chamarem atenção dos colegas para não mexerem em determinados objetos.

Nessas reclamações ficou evidente o sentimento de pertencimento, posse e cuidado com o laboratório. Afinal, nosso local de encontro não poderia ser invadido, quebrado ou estragado por "intrusos".

Durante a reunião foram organizados os trabalhos. O grupo do Clube de Ciências apresentou o projeto do protótipo do aquecedor solar aos demais alunos. Depois de dois meses sem contato com o conteúdo, eles ainda se lembravam de tudo.

Destaquei o seguinte relato:

- (C4) "Eu aprendi mesmo porque o que eu estudei em Química, na sala de aula, não lembro de mais nada."

Os outros grupos não quiseram apresentar. Alegaram que não estavam preparados e tinham esquecido suas falas. Iriam estudar para a apresentação oficial.

A Feira regional teve uma enorme contribuição para essa etapa pós-recesso do Clube que passou por dificuldades, como mencionado acima.

Durante a apresentação na Feira regional, vários momentos foram significativos, pois

demonstraram a evolução dos sócios do Clube enquanto estudantes e na forma de lidar com a solução de problemas reais.

Alguns fatos chamaram bastante atenção. Ao organizar a montagem do trabalho, notou-se que o reservatório estava vazando muito. Diante disso, os estudantes providenciaram a substituição da vasilha e mostraram muita agilidade em furar e vedar novamente o recipiente. Assim, garantimos a apresentação do trabalho sem maiores problemas.

Outro fato que se destacou foi a comparação com outro trabalho apresentado na Feira. O ensino fundamental de outra escola também construiu um aquecedor solar. Porém, os clubistas destacaram a diferença na abordagem do conteúdo. Eles mencionaram a quantidade de conteúdos e associações com o cotidiano que só foram discutidos no trabalho do Clube.

Ao final da Feira, foi feita uma avaliação da participação. Nesse encontro, os problemas da evasão de clubistas foram expostos. Como sugestão, explicitamos a ideia de participação do Clube nas atividades de aprendizagem em grupos cooperativos, na disciplina de Física. Os clubistas aceitaram imediatamente e com muito entusiasmo.

1.d Participação na Feira de Ciências Distrital

Um dia antes da apresentação na Feira de Ciências Distrital, ocorreu a reunião semanal do Clube. Tínhamos muitas tarefas para realizar e um prazo curto. As atividades de aprendizagem em grupos cooperativos já haviam sido iniciadas e o final do ano letivo aproximava-se. Foi feita uma votação, entre os sócios, para determinar a participação nessa Feira. Apesar do excesso de atividades, os alunos da 2ª série fizeram muita questão de participar, mostrando tamanho comprometimento com as atividades do clube. Os demais clubistas, alunos da 3ª série, tinham uma atividade extraclasse da escola, pré-programada.

Ainda que essa participação passasse por algumas dificuldades, como o tempo insuficiente, considerou-se importante a presença do Clube, pois as feiras de ciências são um instrumento essencial na formação do estudante. Essas atividades proporcionam maior aprendizagem do conhecimento científico, além de maior interação dos clubistas na convivência coletiva.

A apresentação ocorreu bem, como era esperado. Os estudantes foram muito elogiados pelos avaliadores, principalmente pelo domínio do conteúdo. No entanto, o trabalho do Clube de Ciências não foi selecionado entre os três melhores do Distrito Federal. Essa exclusão não teve importância porque os clubistas estavam empenhados nas atividades de aprendizagem em grupos cooperativos. Eles compreenderam a importância de participar do evento,

independentemente da concorrência para a Feira de Ciências Nacional.

2. O Clube de Ciências auxiliando os outros alunos por meio da aprendizagem em grupos cooperativos

A partir de 2018, todas as escolas públicas de ensino médio do Distrito Federal deveriam adotar a semestralidade. Nesse modelo, metade das disciplinas seriam ministradas no primeiro semestre do ano e a outra parte, no segundo. Apenas Português, Matemática e Educação Física seriam obrigatórias durante todo o ano.

As disciplinas foram divididas em dois blocos, predefinidos pela Secretaria de Educação do Distrito Federal. O primeiro é formado por História, Filosofia, Biologia, Química e Inglês. O segundo, por Geografia, Sociologia, Física, Artes, Espanhol e Parte Diversificada (PD).

Segundo a Secretaria de Educação⁶, essa implantação obrigatória foi justificada positivamente, da seguinte maneira:

Para os estudantes, a reorganização semestral reduz à metade o número de componentes curriculares, possibilitando-lhes maior tempo dedicado às aprendizagens previstas para aquele período. Além disso, amplia-se o contato semanal entre estudantes e professores, com vistas ao fortalecimento da relação pedagógica.

Para os professores, a divisão das turmas em dois períodos modifica seu trabalho com os estudantes, uma vez que é possível diversificar as estratégias de ensino-aprendizagem e de avaliação.

Quanto à recuperação dos alunos que não obtiveram média 5 (cinco), deveria ser realizada a recuperação contínua. Essa teria de ser introduzida no processo pedagógico à medida que os professores notassem a necessidade específica de algum aluno.

A recuperação deveria continuar o tempo necessário para que o estudante alcançasse a aprendizagem, desde que esse prazo não ultrapassasse o ano letivo. Esse sistema obrigou o professor a realizar a recuperação ao longo do semestre subsequente. Na prática, seria uma tarefa muito difícil de realizar de forma efetiva, pois os professores teriam novas turmas para continuar o trabalho.

Diante do exposto e da situação desmotivadora em que o Clube encontrava-se, citada acima, a professora de Física contou com a colaboração do Clube de Ciências. O grupo

⁶ http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/jan18/guia_semestralidade.pdf

auxiliou na realização de atividades de recuperação contínua, utilizando a aprendizagem em grupos cooperativos. Essa parceria ocorreu, também, devido ao desempenho positivo e a enorme colaboração dos alunos clubistas na organização e participação da Feira de Ciências.

As atividades de aprendizagem em grupos cooperativos com os demais alunos da escola foram realizadas com o desenvolvimento de experimentos específicos para cada série. A partir dessa etapa, as atividades do Clube de Ciências foram desenvolvidas utilizando a metodologia do POGIL (Process-Oriented Guided Inquiry Learning), discutida no capítulo 5.

A metodologia utilizada para a aprendizagem dos clubistas seguiu alguns passos, a saber:

- realização e discussão do experimento;
- explicação dos fenômenos e dos conceitos envolvidos, utilizando *slides*, aulas expositivas e uma intensa participação de todos com perguntas e sugestões;
- apresentação prévia e individual de cada clubista para todo o grupo do Clube de Ciências, com críticas e sugestões de todos os presentes, com a participação, inclusive, dos alunos mais tímidos;
- após completar essas etapas, em outro encontro, os clubistas ensinavam aos alunos que estavam de recuperação em Física, auxiliando-os na preparação para a avaliação escrita.

Os alunos clubistas estudaram e discutiram antecipadamente determinados conteúdos, de acordo com as séries em que iriam trabalhar. Esses alunos foram monitores e colaboraram na recuperação dos demais estudantes, na disciplina de Física. Na 1ª série, foi estudado o experimento do foguetinho para discussão da terceira lei de Newton; na 2ª série, o protótipo da geladeira para verificação da 1ª e da 2ª leis da termodinâmica e, na 3ª série, o funcionamento do micro-ondas para compreensão dos modos de interconversão entre diferentes tipos de energia.

Em linhas gerais, a proposta POGIL sugere um trabalho em grupos menores. Assim, cada aluno clubista conduziu um pequeno grupo de estudo e a professora pesquisadora responsabilizou-se por problematizar o conteúdo na expectativa de um empenho ativo dos estudantes.

Houve um planejamento de experimentos e um estudo prévio com os alunos clubistas, além de uma maior dedicação no aprimoramento de diversas habilidades desses estudantes, como na fala, na escrita e na apresentação prévia do conteúdo.

De uma maneira geral, foi possível reproduzir as principais características da aprendizagem em grupos cooperativos. Por exemplo, o programa POGIL prevê a indicação de funções diversas para cada componente do grupo. Essa ideia foi facilmente desenvolvida

porque as funções já eram predeterminadas no Clube de Ciências. Assim, cada estudante ficou responsável por expor determinada parte do trabalho, até que todos se tornassem habilitados para agir em seu pequeno grupo. A quantidade de estudantes em cada grupo variou de acordo com a série trabalhada. Com os alunos da 3ª série, cada aluno clubista orientou apenas um aluno, com os alunos da 2ª série formaram-se grupos de quatro alunos e com a 1ª série, grupos de nove alunos.

Foi necessário explicar aos alunos de recuperação a função social do Clube de Ciências e a importância do resultado daquela ação para essa pesquisa. Foi explanado também que os clubistas estavam ensinando-os apenas para facilitar a aprendizagem deles, pois sem essa colaboração, a professora de Física não teria tempo suficiente para realizar uma recuperação efetiva. Após o esclarecimento dessas questões, começaram as explicações.

A primeira atividade ocorreu com nove alunos da 3ª série. Cada aluno clubista ficou responsável pela explicação de um aluno de recuperação. A explicação foi feita e cada dupla gravou, em áudio, o desenvolvimento da atividade.

O notório desenvolvimento dos alunos mais tímidos ao explicar o conteúdo, as conversas que surgiram entre os pares e a preocupação dos alunos clubistas em realmente aprender o conteúdo, para não prejudicar a nota do aluno de recuperação, foram aspectos merecedores de destaque.

Logo após a atividade, ocorreu uma reunião do Clube para avaliação do processo. Os clubistas relataram seus sentimentos, opiniões e aprendizagens em relação à prática. Esses relatos foram registrados em áudio, e alguns trechos serão descritos a seguir.

- (C2) *“Eu achei uma experiência muito legal. Foi muito fácil explicar e eu acho que ele entendeu tudo, foi tranquilo. Eu achei massa explicar, agora eu só quero ver como é essa experiência com mais pessoas. Sobre hoje eu gostei, deu pra ver que eu consigo fixar o assunto na cabeça e passar tranquilamente.”*

- (C5) *“Então, eu achei uma experiência bem legal. Acho que até para o menino que eu estava ensinando. Eles sentem uma abordagem diferente. Acho que os surpreende, acho que eles devem gostar. porque, geralmente, eles só têm o professor explicando. Aí, do nada, tem um amigo deles, do dia a dia, ensinando uma matéria da escola. Eu achei bem legal e eu espero que tenham mais como essa.”*

- (C3) *“Eu gostei e acho que aprendi mais, explicando. Só que antes eu achei que não estava entendendo nada. Estava com muito medo de ele perguntar alguma coisa pra mim e eu não saber responder. Eu não sabia se eu sabia. Tinha muita informação e eu não sabia passar, não sabia achar uma linha de raciocínio. Aí depois, na hora, pensei, esse menino precisa que eu explique direito. Nos próximos acho que estarei mais segura.”*

- (C8) “Eu gostei muito da experiência de explicar para uma pessoa. Foi tipo um teste vocacional. Vai que eu quero ser professora?! Mas eu gostei, aprendi legal, acho que eu aprendi mais do que o menino que eu ensinei.”

- (C4) “Eu não gostei. Eu me senti desconfortável, acho que porque eu não o conhecia. Mas, para explicar, eu falei o que eu sabia. Só que ele ficava olhando pro nada. Não era nem pra mim, nem para outra pessoa que estava explicando. Perguntei se ele estava entendendo, ele falou que sim. Aí, eu expliquei as partes mais importantes, de novo. Ele era muito calado, então não me senti à vontade, nem com liberdade pra falar. Porque quando eu explico, aqui, para vocês, é diferente. Mas essa experiência foi um incentivo a mais para aprender. Talvez com outras pessoas eu goste mais. Vamos ver!”

A primeira atividade teve como objetivo estudar o funcionamento do micro-ondas.

Resultados e Discussões sobre o funcionamento do forno micro-ondas

Inicialmente os alunos do Clube de Ciências responderam duas perguntas, com o objetivo de investigar as concepções prévias dos estudantes. As perguntas foram: Como os alimentos aquecem no micro-ondas? e Quais materiais não podem ser utilizados no micro-ondas? Por quê?

Como resultado, na primeira pergunta os alunos responderam que os alimentos eram aquecidos por eletricidade, micro-ondas e temperatura. Respostas curtas, sem nenhum detalhamento.

Quanto aos materiais que não podem ser utilizados no forno micro-ondas, foram citados plásticos, porcelana, alumínio, ferro, bronze, prata, ouro e metais, sem a generalização dos metais e sem a justificativa sobre a proibição da utilização desses materiais.

Após nosso estudo e a realização do experimento 4, descrito no PAP (Proposta de Ação Profissional), obtivemos respostas mais completas. Os alunos responderam novamente as duas perguntas iniciais. As respostas foram agrupadas nas seguintes categorias:

- (A) Conceitos foram usados adequadamente.
- (B) Conceitos foram usados parcialmente.
- (C) Conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

Quadro 4 - Compreensão dos estudantes sobre o estudo do forno micro-ondas

Critérios de Análise	Respostas (%)		
	A	B	C
O aquecimento dos alimentos no forno de micro-ondas ocorre pela	88,9	11,1	0

interação das micro-ondas com as moléculas de água presentes nos alimentos.			
A produção das ondas eletromagnéticas no forno micro-ondas.	100	0	0
Os modos de interconversão entre diferentes tipos de energia.	22,2	44,5	33,3
Aquecimento dos alimentos em recipientes metálicos podem causar faíscas e/ou explosões.	88,9	11,1	0
Aquecimento dos alimentos em recipientes de plástico que não são específicos para esse tipo de forno pode liberar substâncias tóxicas para o ser humano.	66,7	11,1	22,2

Fonte: elaborado pela autora

As constatações foram bastante positivas, pois para a maioria dos fenômenos questionados obteve-se uma porcentagem alta de conceitos usados adequadamente. Quanto à produção das ondas eletromagnéticas no forno micro-ondas, obteve-se 100% dos conceitos usados de forma adequada, com respostas detalhadas.

Esses resultados vêm consolidar os estudos de Moog e Spencer (2008), que rejeitam fortemente a metodologia de reprodução do conhecimento, que coloca o aluno como sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem, além de apontar que metodologias como o POGIL trazem intrinsecamente concepções sobre o que é ensino, a aprendizagem e qual a natureza do conhecimento. Uma das ideias fundamentais que elas encerram é a de que o conhecimento é construído socialmente, na interação entre pessoas e não pela transferência do professor para o aluno.

Os fenômenos descritos como o aquecimento dos alimentos pela interação das micro-ondas com as moléculas de água presentes nos alimentos, a produção das ondas eletromagnéticas e os modos de interconversão entre diferentes tipos de energia apresentaram-se extremamente relevantes do ponto de vista de associação aos aspectos cotidianos. Ao citar, a fala de uma aluna que dizia: *“Professora, agora quando vou usar meu micro-ondas quero explicar para todo mundo, lá em casa, como funciona.”*

A forma como foi estruturada a sequência de explicação do conteúdo, apresentando no primeiro momento as diferentes formas de aquecimento da água e do óleo mineral para em seguida apresentar o funcionamento do aparelho, promoveu uma compreensão mais efetiva por parte dos alunos, pois a explicação teórica abrange mais aspectos conceituais, porém, notar que o aquecimento só ocorreu na água estimulou a curiosidade dos estudantes.

Nesse sentido, avaliamos que, apesar de os resultados não terem sido tão satisfatórios

nas questões mais diretamente relacionadas ao uso dos conceitos químicos quanto foram nas questões sobre implicações do cotidiano, tais resultados ainda foram muito bons se comparados às respostas prévias dadas pelos estudantes.

Analisando a associação aos aspectos cotidianos, quando questionados sobre a proibição da utilização de determinados materiais no forno micro-ondas, 88,9% citaram os metais de forma clara e com a justificativa correta, como pode ser visto no trecho abaixo:

- (C2) "Alguns tipos de plásticos e metais. Os plásticos podem emitir gases e resquícios tóxicos para o corpo humano. Já os metais, refletem as ondas, causando faíscas e até mesmo explosões".

Julgamos o resultado satisfatório nas respostas obtidas, porque acreditamos ser mais relevante ao cidadão compreender as implicações da Ciência no seu dia a dia do que compreender todos os conceitos científicos envolvidos em qualquer processo isolado de um contexto. Ou seja, consideramos que uma visão mais ampla dos processos e das possíveis relações entre seus efeitos e as questões sociais e tecnológicas deve ser priorizada a uma educação científicista.

A segunda atividade, destinada aos alunos da 1ª série, teve como objetivo estudar o deslocamento de um avião a jato, realizando o experimento do foguetinho.

Resultados e Discussões sobre o Experimento do Foguetinho

No início do encontro no Clube de Ciências, antes da realização do experimento, os alunos responderam a pergunta: " Como explicar o deslocamento de um avião a jato?"

Analisando as respostas, observa-se que praticamente não existiam concepções prévias dos estudantes sobre o funcionamento de aviões. O experimento do foguete de garrafa PET foi novidade para eles, embora seja um experimento relatado como conhecido no início das atividades do Clube. Os estudantes não sabiam explicar o funcionamento de um avião a jato, apresentando explicações simples ou equivocadas. Além de respostas de "não sei" ou "não faço a menor ideia" apareceram também argumentações sem detalhamento ou conhecimento mais profundo, como essas explicações abaixo:

"A propulsão do motor do avião o impulsiona fazendo com que se mova rápido suficientemente para não cair."

"O ar expande por conta do calor, fazendo pressão e deslocando."

Nos encontros iniciais do Clube, quando estávamos conversando sobre os experimentos que seriam realizados, um aluno clubista (que saiu do grupo) pediu para que essa experiência não fosse feita pelo fato de ser apresentada em todas as feiras de ciências, ser algo repetitivo e óbvio. Devido a isso, a expectativa era de desinteresse em relação à apresentação desse experimento, o que não aconteceu. Os alunos mostraram-se entusiasmados com o deslocamento da garrafa e interessados na explicação do movimento. Essa experiência aborda fenômenos físicos e químicos de maneira acessível. E, por isso, destaca-se que o professor nunca deve desprezar a importância de um experimento devido à sua simplicidade. Esse resultado também mostrou que, muitas vezes, os estudantes conhecem a experiência, mas não conseguem compreender os fenômenos que podem ser explicados por meio dela.

Após a realização do experimento 5, descrito no PAP (Proposta de Ação Profissional), obtivemos respostas mais completas. Os alunos explicaram novamente como seria o deslocamento do avião a jato. As respostas foram agrupadas nas seguintes categorias:

- (A) Conceitos foram usados adequadamente.
- (B) Conceitos foram usados parcialmente.
- (C) Conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

Quadro 5 - Compreensão dos estudantes sobre os fenômenos envolvidos no deslocamento de um avião a jato

Critérios de Análise	Respostas (%)		
	A	B	C
Reação de combustão.	37,5	25	25
Expansão dos gases formados quando aquecidos.	25	25	50
Explicação sobre a terceira lei de Newton: ação e reação.	37,5	37,5	25

Fonte: elaborado pela autora

Nas novas respostas, os alunos demonstraram compreensão do conteúdo apresentando 37,5% de respostas aceitáveis quanto à explicação da terceira lei de Newton. Também se observa o domínio do conteúdo em 37,5% dos alunos que descreveram uma reação de combustão. Porém, esse estudo mostrou também o surgimento de muitas concepções consideradas não aceitáveis pela comunidade científica, principalmente em relação à expansão dos gases formados na combustão, quando aquecidos, pois em 50% das respostas os conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

Como se nota no trecho abaixo, apesar de o aluno descrever a reação de combustão e a aplicação da terceira lei de Newton, ele não mencionou a expansão dos gases e a consequência disso.

"Um avião se desloca por causa da turbina, que funciona da seguinte forma: ela possui um grande ventilador que suga o ar, levando-o para uma estrutura onde fica comprimido. Nesse momento o combustível é misturado com o ar comprimido e queimado, momento em que acontece uma reação de combustão liberando gás carbônico, água e energia. Enfim o gás é liberado na atmosfera gerando uma ação, resultando em uma reação do ar atmosférico que impulsiona o avião para frente. Isso segue os princípios da terceira lei de Newton, que diz que toda ação gera uma reação de mesma força, mesma direção, porém em sentidos diferentes."

A terceira atividade, destinada aos alunos da 2ª série, teve como objetivo estudar o funcionamento da geladeira.

Resultados e Discussões sobre o Funcionamento da Geladeira

No início da reunião os alunos responderam a pergunta: "Como funciona a geladeira?", sem que houvesse nenhum debate ou comentário prévio sobre o protótipo da geladeira que foi analisado.

Baseando-se nessas respostas, partiu-se do pressuposto que os estudantes já tinham conhecimentos empíricos formados, devido à sua interação com a vida cotidiana. Acredita-se que esse conhecimento, muitas vezes, pode tornar-se obstáculo ao processo ensino-aprendizagem do conhecimento científico.

Sobre a geladeira retirar calor dos alimentos, destacamos as seguintes concepções prévias:

"O motor esfria o ar e sopra dentro da geladeira."

"O ar quente sai por meio de ventiladores."

"A geladeira com energia elétrica faz algum processo dentro dela que consegue soprar o ar com baixa temperatura, assim esfriando e conservando os alimentos."

Após estudos e observação do protótipo de uma geladeira, conforme o experimento 6, descrito no PAP (Proposta de Ação Profissional), os alunos explicaram novamente o funcionamento da geladeira. As respostas foram agrupadas nas seguintes categorias:

- (A) Conceitos foram usados adequadamente.
 (B) Conceitos foram usados parcialmente.
 (C) Conceitos não foram citados ou foram usados de forma insuficiente.

Quadro 6 - Compreensão dos estudantes sobre o funcionamento da geladeira

Critérios de Análise	Respostas (%)		
	A	B	C
A geladeira retira calor dos alimentos que estão em seu interior.	12,5	0	87,5
A pressão responsável pelas mudanças de fases na compressão e expansão do CFC.	37,5	50	12,5
Processos exotérmicos e endotérmicos nas mudanças de fase.	100	0	0

Fonte: elaborado pela autora

Ao analisar os dados coletados, constatou-se que a maioria dos alunos do Clube de Ciências possuía uma concepção inadequada sobre o conceito de calor. Talvez pela dificuldade na compreensão desse conceito, ao responder sobre o funcionamento da geladeira, eles evidenciaram apenas o sistema de refrigeração. Em sua maioria, explicaram a expansão e compressão do CFC e suas mudanças de fase, sem citar a função principal da geladeira. Apenas 12,5% abordaram esse fenômeno de maneira adequada, como descrito no trecho:

"A geladeira tem como função retirar o calor do material que está dentro dela. Existe um gás dentro dela, o famoso CFC..."

Em 87,5%, o fenômeno não foi citado ou ocorreu de forma inadequada, como nessa resposta:

"A geladeira tem como função resfriar os alimentos que são mantidos em seu interior."

Quanto à pressão ser responsável pelas mudanças de fases na compressão e expansão do CFC, grande parte dos discentes (50%) expressaram concepções que não relacionaram a compressão/expansão do CFC com a pressão exercida sobre ele nos dutos da geladeira. Tal fato foi verificado em respostas nas quais os conceitos foram parcialmente utilizados, como no exemplo abaixo. A aluna C3 citou a compressão e as mudanças de estado que ocorreram, porém, sem detalhar a importância da pressão nessa transformação física, com a seguinte resposta:

"O compressor presente na geladeira comprime o gás CFC (Clorofluorcarboneto), levando-o pelo tubo onde ocorre a condensação (gasoso para líquido) - exotérmico, e no caminho percorrido, esse líquido passa pela serpentina, fazendo com que a pressão aumente. Outro processo de transformação ocorre, processo esse chamado de ebulição (líquido para o gasoso), endotérmico, pois absorve calor."

Na análise das explicações sobre a liberação ou absorção de calor, que ocorre nas mudanças de estado da matéria, observou-se que 100% dos alunos usaram o conceito adequadamente. Esse resultado pode apontar a compreensão do conceito em questão, corroborando, assim, com os estudos de Silva, Machado e Tunes (2010), os quais afirmam que as atividades experimentais demonstrativo-investigativas podem oportunizar um melhor entendimento dos estudantes da relação teoria-experimento.

ANALISE DISCURSIVA NA ATIVIDADE SOBRE O FUNCIONAMENTO DA GELADEIRA

Apesar de não estar incluída nas perguntas de análise de conteúdo acima, a relação entre o CFC e o buraco na camada de ozônio foi uma questão muito debatida na reunião do Clube.

Na parte da explicação que trata sobre a importância do experimento para a sociedade, foi explanado sobre a ação do CFC destruindo a camada de ozônio. Alguns alunos inseriram novos elementos à discussão, afirmando estar errada a hipótese do depauperamento da camada de ozônio.

Ocorreu uma discussão generalizada, em virtude da aula de Química que eles haviam assistido. O professor, coincidentemente, havia comentado sobre uma teoria diferente. Os argumentos apresentados por esse professor geraram bastante polêmica. Afinal, os alunos trouxeram essa teoria como uma verdade absoluta. Foi incumbência da professora do Clube esclarecer a existência de duas ou mais teorias sobre a mesma questão, chamando atenção para esse ser um fato que ressalta a natureza do conhecimento científico. Foi explicitado que a Ciência, como atividade humana, passa pelo entendimento de que teorias científicas são influenciadas por questões de ordem econômica, política, ideológica, etc. e, por isso, podem ser questionadas.

Na reunião seguinte, foi necessária a utilização de dois textos que abordavam as diferentes hipóteses para a destruição da camada de ozônio. Não houve tempo suficiente para leitura e discussões mais profundas desses textos, porém, foram disponibilizadas cópias para que cada clubista formasse sua opinião sobre o assunto.

As interações ocorridas nessa discussão mostraram conhecimentos prévios que os estudantes trouxeram e viabilizaram uma abordagem contextualizada do assunto. Isso pode ter propiciado uma reflexão crítica dos alunos, referente à natureza da Ciência.

É importante destacar que, mesmo nos momentos em que a professora do Clube assumiu uma postura mais diretiva, os alunos mostraram-se à vontade para: elaborar hipóteses, inserir elementos variados às discussões, questionar várias colocações e interagir com o grupo. Esse fator pôde evidenciar que, embora a professora tenha direcionado o assunto, ela mediou a atividade sem a utilização de uma postura autoritária. Essa postura vai ao encontro de Mancuso, Lima e Bandeira (1996), ao citarem um dos objetivos de um Clube de Ciências, que é oferecer um ambiente no qual o estudante possa dialogar, refletir e compartilhar suas experiências e inquietudes e, desta forma, possibilitar o desenvolvimento de criticidade e autonomia nos estudantes.

Com vistas às concepções dos estudantes sobre o efeito do CFC na camada de ozônio, pode-se concluir que a reflexão sobre os aspectos relativos à visão de Ciência problematizada pela professora contribuiu efetivamente na formação desses estudantes. Então, acredita-se que essa atividade facilitou o entendimento da evolução da Ciência como um processo em construção que é feita por questionamentos, como cita Lopes (1999) ao discutir o que é Ciência.

Análise geral da atividade de aprendizagem em grupos cooperativos

Com a análise das atividades de aprendizagem em grupos cooperativos desenvolvidas pelo Clube de Ciências, verificou-se que as ações realizadas proporcionaram melhorias tanto no desempenho dos alunos clubistas quanto no desempenho dos demais alunos da escola. Essas ações buscaram proporcionar o cumprimento dos objetivos, estipulados pela Secretaria de Educação, de introduzir a recuperação contínua no processo pedagógico com a consequente aprendizagem dos alunos.

Dentre os resultados exitosos dessas atividades, nos alunos clubistas, podemos destacar:

- entusiasmo e interesse em participar de todo o processo, inclusive da aplicação de avaliações;
- maior interesse pelo conteúdo a ser ensinado;
- expectativa quanto ao resultado dos colegas e interesse em ler as respostas dadas, para saber a efetividade do trabalho realizado;

- colaboração e entusiasmo de todos, inclusive dos mais tímidos, comentando sobre a experiência de ensinar outros colegas.

E entre os demais alunos da escola:

- o surgimento da vontade de participarem do Clube, pela divulgação do trabalho;
 - a compreensão da função social do Clube de Ciências;
 - o sentimento de admiração e amizade que surgiu entre eles e os clubistas;
 - relatos sobre a vontade individual de melhorarem como alunos, seguindo o exemplo dos clubistas;
- debate entre os estudantes sobre as questões da avaliação, pela certeza da compreensão do conteúdo.

No sentido de compartilhar esta experiência com outros professores e também divulgá-la pelas redes estaduais de ensino médio, foi desenvolvida uma unidade de ensino denominada A Criação de um Clube de Ciências, que se encontra ao final, como parte integrante desta dissertação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando cada etapa desenvolvida nesta pesquisa, pode-se considerar que foi um trabalho motivador, com resultados positivos e momentos de bastante aprendizagem para todos os envolvidos. A dificuldade inicial foi o trabalho de motivação dos estudantes a participarem de um projeto, no contraturno, em um espaço não formal. A colaboração do diretor e da professora de Física da escola na qual foi implementada a pesquisa foi essencial. Embora os alunos selecionados possuíssem um perfil de estudantes interessados e com muita boa vontade em ajudar, os desânimos, por vezes, apareceram. Afinal, os conflitos pessoais e as mudanças de opiniões são inerentes aos adolescentes.

Os alunos clubistas, antes do projeto, acreditavam que existia somente uma forma de aprender, habituados com a recepção passiva de informações do ensino tradicional. Como mencionado por Krasilchik e Marandino (2002) sobre o desenvolvimento na pesquisa, muitas vezes, não atingir a sala de aula da educação básica, devido a predominância de concepções tradicionais nas escolas, por motivos políticos, sociais e econômicos.

A implementação de um Clube de Ciências, na perspectiva de uma alfabetização científica, teve como um dos principais objetivos mostrar aos estudantes que aprender Ciências significa adquirir conhecimentos que são considerados válidos e úteis. Porém, esse conhecimento também admite um caráter aproximativo, parcial e provisório de um mundo que não podemos apreender em toda sua complexidade. Utilizou-se o conhecimento escolar como uma maneira diferenciada de ver o mundo, de forma que o aluno fosse agente transformador no meio em que vive.

A estratégia de criação de um Clube de Ciências foi fundamental para a construção de uma aprendizagem efetiva, que proporcionasse a compreensão da natureza da Ciência e que levasse o estudante a se perceber como agente atuante de sua aprendizagem. A necessidade de pensar o ensino de Ciências surgiu pelo distanciamento dos conteúdos ensinados com a realidade do aluno. Acredita-se que o Clube de Ciências possibilitou essa aproximação.

Durante a realização da pesquisa, observou-se o amadurecimento dos estudantes na forma de enxergar o conhecimento científico, sendo citado por eles, várias vezes, que não conseguiam ver essas disciplinas sem resolução de cálculos, além de uma mudança de postura positiva em relação à escola, às aulas de Ciências, aos outros alunos, ao projeto e à professora pesquisadora.

Numa autoavaliação, enquanto professora pesquisadora, foi uma etapa bastante interessante, verificando crescimento pessoal e profissional. Durante o projeto, fez-se

necessário proporcionar momentos de aprendizagem que fossem prazerosos e/ou compensadores. Houve necessidade de estudar bastante, elaborar planejamentos prévios, fazer vários estudos interdisciplinares e, por muitas vezes, recorrer desesperadamente ao professor orientador. Sem essa orientação, explicando como agir em cada etapa, seria impossível a conclusão deste trabalho. Além da certeza de que o professor não pode parar de estudar, pois a ele é creditada uma enorme responsabilidade na formação dos alunos.

Depois de vivenciar a experiência de realização desta pesquisa, compreendeu-se a necessidade de que o professor também seja pesquisador, como quesito essencial para a educação, como citado por Freire:

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade (FREIRE, 1996, p. 86).

Um dos grandes obstáculos enfrentados no desenvolvimento do Clube de Ciências foi o fato de a professora pesquisadora não possuir vínculo formal com a escola, pois no ensino não formal a relação professor-aluno ocorre sem nenhuma obrigação. Então, inicialmente foi complicado administrar uma relação na qual era necessário motivá-los e manter o foco do estudo de forma não autoritária. Assim, tornou-se essencial provocar nos alunos uma reflexão para que eles percebessem que precisavam aprender para a vida.

Nesse sentido, notou-se que a postura do professor provocou mudança na postura dos alunos, utilizando o Clube de Ciências como um espaço onde os sócios puderam abordar os conhecimentos científicos de forma mais dinâmica e igualitária. Aprender Ciências passou a ter uma conotação diferenciada e não mais uma visão metódica e cheia de conceitos prontos.

Ao final do ano letivo, a relação entre os sócios, alunos e professora havia mudado. Os alunos tornaram-se colaboradores do projeto. Já haviam obtido autoestima suficiente e se enxergavam como pessoas essenciais no desenvolvimento do trabalho. A relação entre os envolvidos consolidou-se com apoio, carinho e admiração. Sempre que surgiam questões ou dúvidas, essas eram colocadas para o grupo, com a certeza de que seriam sanadas.

Por fim, acredita-se que esse trabalho possibilitou a reflexão sobre uma alternativa assertiva de ensinar Ciências, com a certeza de que o trabalho do professor e todas as suas possibilidades nunca se esgotarão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 dez. 1996.
- CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, ed. espec., p. 29-33, mar. 2009.
- DAGNINO, R. O que é o PACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e sociedade)? **Tecnologias & Sociedades**, p. 47 – 61, 2015. Disponível em: www.fatea.br/angulo. Acesso em: 13 dez. 2018.
- FRANCO, M. L. **Análise do conteúdo**. Brasília: Liber Livro Editora, 2008 .
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Em extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p. 55-66, 2008.
- KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém Química 2**: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. 2. ed. São Carlos, SP: Pedro & João Editores, 2015.
- KIST, C. P.; FERRAZ, D. F. Compreensão de professores de Biologia sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n. 1, 2010.
- KRASILCHIK, M. Reforma e Realidade. O caso do ensino das ciências. **Em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85–92, 2000.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. Estudando a Biosfera: Introduzindo a Discussão sobre Biodiversidade. In: Secretaria Estadual de Educação de SP; USP; UNESP; PUC. (Org.). **Natureza, Ciências, Meio Ambiente e Saúde**. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2002, p. 1359-1365.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. **Pesquisa em educação**: Abordagens Qualitativas. Rio de Janeiro: E.P.U, 2015
- MANCUSO, R.; LIMA, V.M.R. e BANDEIRA, V. (1996). Clubes de Ciências: criação, funcionamento, dinamização. Porto Alegre: SE/CECIRS.
- MARANDINO, M. Tendências teóricas e metodológicas no ensino de ciências. **e-Disciplinas**, [2008?]. Disponível em: <https://goo.gl/uBqKYn>. Acesso em: 20 fev. 2018.
- MOREIRA, M., A. A teoria da mediação de Vygotsky. In: MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011. p. 159-173

MOOG, R. S.; SPENCER, J. N. Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL): ACS Symposium Series. **Washington, DC: American Chemical Society**, 2008. 1-23 p.

NASCIMENTO, F. Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento. *In*: MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R. (org.). **Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa**. São Carlos: UdUFSCar, 2009. p. 35-72.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L. ; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR**, Campinas, SP, v. 10, n. 39, p. 225-249, ago. 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728>. Acesso em: 21 jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.20396/rho.v10i39.8639728>.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Programa de Desenvolvimento Educacional. **Guia de orientações para implementação de um clube de ciências**. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/172-2.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

SABBATINI, M. Alfabetização e Cultura Científica: Conceitos Divergentes? **Ciência e Comunicação**, v.1, n.1,2004. Disponível em: <http://www.jornalismocientifico.com.br/revista/01/artigos/artigo5.asp>. Acesso em: 17 set. 2018.

SANTOS, R. S.; NASCIMENTO, V. R.; NUNES, S. M. T. N. A Química dos Alimentos e Aditivos: A Cinética Química ensinada sob a perspectiva do modelo CTS de ensino. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA - ENEQ, 16., 2012, e ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA - EDUQUI, 10., 2012, Salvador, BA, Brasil. **Anais...** Salvador, BA: Eneq, 2012.

SANTOS, W. L., CARDOSO, Z. Z., ABREU, R. O., STRIEDER, R. B.; SILVA, S. M. Radioatividade e CTS: Resultados de uma implementação. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia, São Paulo. **Atas [...]** Águas de Lindóia, São Paulo, 2015.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso e cidadania**. Ijuí, RS. Editora UNIJUI, 1997.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre Ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p 59-77, 2011.

SILVA, J. B.; COLMAN, J.; BRINATTI, A. M.; SILVA, S. L. R.; PASSONI, S. Projeto Criação Clube de Ciências. **Revista Conexão UEPG**, v. 4, n. 1, p. 63-66, 2008.

SILVA, P. S. C. **Clube de ciências como instrumento de divulgação científica e melhora do rendimento escolar**. 2015. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de ciências) -

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). **Ensino de Química em Foco**. IJUI: UNIJUI, 2010. p.231 -261.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem Colaborativa: Teoria E Prática. **Coleção Agrinho**, 2014.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, Tecnologia y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18 , p. 13 - 40, 1998.

VERASZTO, E. V.; SILVA, D.; MIRANDA, N. A.; SIMON, F. O. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com**, n.7, p. 60 - 85, 2008.

VIGOTSKY, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Tradução de Maria da Penha Villa lobos. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1988.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016. <http://www.jornalismocientifico.com.br/revista/01/artigos/artigo5.asp>



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Ciências Biológicas
Faculdade UnB - Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**A CRIAÇÃO DE UM CLUBE DE CIÊNCIAS VISANDO À ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA DOS ALUNOS**

Samantha Lira Beltrão de Faria

Proposta de Ação Profissional resultante da Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	88
2 INTRODUÇÃO	89
3 TEMA: ENERGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.....	90
4 IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLUBE DE CIÊNCIAS EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO.....	91
4.1 Como iniciar a implementação de um clube de ciências na escola.....	91
4.2. Participação da Comunidade Escolar	92
5 ELABORAÇÃO DO ESTATUTO.....	93
5.1 Estatuto Clube de Ciências Hawking	93
6 MATERIAL DE APOIO	98
6.1 Carta-convite aos pais e à comunidade	98
6.2 Ficha de Inscrição de sócios.....	99
7 PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS CIENTÍFICOS	100
ANEXO A – FICHA DE INSCRIÇÃO	105
ANEXO B – IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE	106
ANEXO C – DECLARAÇÃO	107
8 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	108
9 ROTEIROS EXPERIMENTAIS	108
9.1 Experimento 1: Construção do protótipo de um aquecedor solar	108
9.2 Experimento 2: Polímeros	110
9.3 Experimento 3: Queima de PVC.....	113
10 ROTEIROS EXPERIMENTAIS	116
10.1 Experimento 4: Funcionamento do Micro-ondas.....	116
10.2 Experimento 5: Foguetinho	119
10.3 Experimento 6: Protótipo de geladeira.....	121
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

1. APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a),

Apresentamos esta Proposição de Ação Profissional com o objetivo de auxiliá-lo(a) quanto aos procedimentos organizacionais e pedagógicos para implantação de um Clube de Ciências em sua escola.

A partir da minha experiência docente, comecei a ficar bastante incomodada ao verificar as dificuldades dos estudantes na disciplina que leciono, Química. Essas dificuldades resultavam em baixo desempenho e desinteresse pela Ciência. Diante dessas indagações, fiquei pensando que minha vocação para o ensino poderia ser aprimorada com a formação continuada. Nesse caminho, optei pelo ingresso no Mestrado Profissional de ensino de Ciências. Desde então, muitas inquietações puderam ser suprimidas e outras tantas despertadas.

Meu problema de pesquisa surgiu ao observar que o ensino de Ciências desenvolvido somente em sala de aula não alcançava a alfabetização científica dos estudantes. Num mundo cada vez mais tecnológico, precisamos criar estratégias que possam contribuir para que os estudantes desenvolvam determinadas habilidades, como, por exemplo, utilizar conceitos científicos com a capacidade de integrar valores e tomar decisões responsáveis no dia a dia.

Nesse contexto, qual seria o objetivo de um Clube de Ciências? Como a implementação desse espaço poderia colaborar no alcance de uma alfabetização científica? Para responder essas perguntas e ajudá-lo(a) a utilizar essas ideias em sua escola, foi elaborado este material.

Ao final deste módulo, é apresentada uma proposta de organização de um Clube de Ciências com sugestões de atividades demonstrativo-investigativas. No desenvolvimento desta pesquisa, observamos que o conjunto de atividades elaboradas com o tema energia mostrou elementos que nos forneceram evidências de que a alfabetização científica estava, de fato, acontecendo.

Esperamos que esta proposta didática possa auxiliá-lo(a) na exploração de um ensino de Ciências mais investigativo e que possa colaborar no alcance de uma alfabetização científica.

2. INTRODUÇÃO

Acreditamos que a criação de um espaço destinado à discussão, ao estudo e ao debate de Ciência pode facilitar o domínio da cultura científica. O Clube de Ciências seria esse local, no qual os trabalhos são desenvolvidos no contraturno, destinados ao estudo, à criação de projetos e ao compartilhamento de ideias sobre temas que envolvem Ciências.

As atividades desenvolvidas no Clube de Ciências ampliam os horizontes dos sócios que podem ser ouvidos, expor suas ideias, suas dúvidas, suas curiosidades e opiniões em busca de conhecimento. Com a atuação no Clube, os estudantes passam a conhecer além do âmbito escolar, podendo adquirir uma formação mais completa.

Com esse objetivo criamos o Clube de Ciências Hawking, que é um espaço de encontros com oportunidade de diálogo, estudos, experimentação, troca de ideias e desenvolvimento da curiosidade, com atividades que privilegiam essa proposta, e que tem, também, o intuito de pesquisar se a participação no Clube resultaria na alfabetização científica dos estudantes e, conseqüentemente, no aumento pelo interesse nas disciplinas científicas.

No Clube de Ciências Hawking, desenvolvemos atividades elaboradas a partir do tema energia. A justificativa para a utilização desse tema apresenta-se no texto abaixo, retirado do livro *Química Cidadã*⁷. Utilizando o tema proposto, energia, foram desenvolvidas diversas atividades explicadas detalhadamente nesta Proposta de ação profissional.

⁷ (SANTOS; MÓL, 2013, p. 186)

3. TEMA: ENERGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

"O deslocamento de pessoas, o transporte de materiais, a construção de moradias e de ambientes de trabalho, a produção de ferramentas, são exemplos corriqueiros de processos típicos que são realizados fazendo uso de energia. Podemos dizer que o conceito de energia está associado à capacidade de fazer algo acontecer. Nesse sentido, pode-se dizer que o Universo é constituído por matéria e energia.

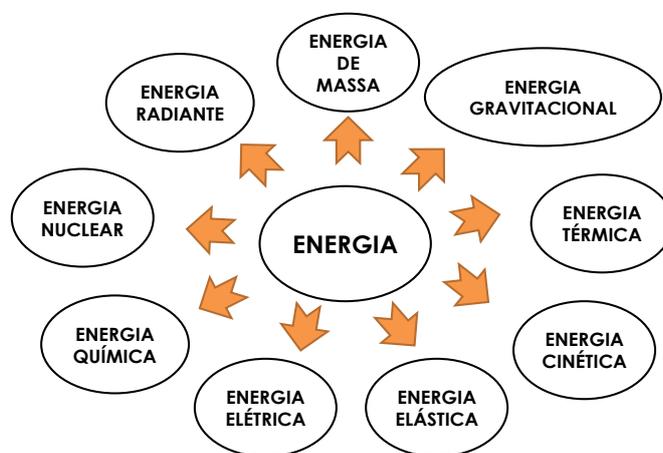
Sabe-se que nenhuma matéria no universo é totalmente estática. Os gases da atmosfera estão em constante movimento. Até mesmo nas rochas há movimento: seus átomos estão vibrando continuamente. Todos esses movimentos, dos planetas aos átomos, ocorrem associados a variações de energia.

A vida, processo muito mais complexo, é, na verdade, uma manifestação de energia associada a uma grande organização de matéria. Quanto mais complexa a forma de vida, maior a necessidade de energia. As estruturas mais simples de vida, como as dos seres unicelulares, consomem menos energia. Já os mamíferos, por exemplo, possuem metabolismos que envolvem a transformação de maiores quantidades de energia.

Quanto mais o ser humano se afastou do modo de vida animal, mais energia ele passou a requerer. A organização das sociedades também envolve o consumo de energia. Sociedades primitivas necessitam de menores quantidades de energia, enquanto sociedades mais avançadas tecnologicamente necessitam de maiores quantidades de energia. Esse é um desafio para as sociedades modernas: como garantir a energia necessária para sua manutenção."

Diante do exposto, foram desenvolvidas, neste trabalho, atividades demonstrativo-investigativas que abordaram diferentes formas de energia.

DIFERENTES FORMAS DE ENERGIA



4. IMPLEMENTAÇÃO DE UM CLUBE DE CIÊNCIAS EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO

Com o objetivo de auxiliar os professores interessados na implementação de um Clube de Ciências, destacamos algumas etapas utilizadas no desenvolvimento desta pesquisa.

4.1 Como iniciar a implementação de um clube de ciências na escola

O Clube de Ciências deve iniciar por interesse de alunos e/ou professores. Pode ser implementado a partir de algumas etapas, descritas abaixo. Porém, é importante salientar que não existe um formato definido que funcione em qualquer contexto. Cada escola deve analisar sua realidade e fazer as adaptações necessárias para a implementação do projeto.

Etapas para a implementação de um Clube de Ciências:

✓ Etapa 1

O Clube deve surgir com direcionamento do professor e pela vontade dos alunos, então, nessa etapa deve ser feito um levantamento do quantitativo de alunos interessados em se associarem ao Clube de Ciências.

✓ Etapa 2

Estipular as prioridades, como: local de encontro, materiais de direcionamento das atividades, convite aos pais/comunidade.

✓ Etapa 3

Com o grupo formado, organizar a divulgação do Clube e sua finalidade para a comunidade escolar.

✓ Etapa 4

Definir como será o funcionamento do Clube (dias, horário das reuniões), fazer o registro dessas condições em ata e posteriormente discutir com os integrantes suas propostas de projeto/ trabalho.

✓ Etapa 5

Elaborar o estatuto, o regulamento interno, a definição de funções específicas.

✓ Etapa 6

Pesquisa referente às atividades que irão realizar. Sugestão para os miniprojetos/temas.

✓ Etapa 7

Organização da Feira de Ciências da escola e planejamento de eventos, com ou sem premiação, de que os alunos gostariam de participar e verificar a viabilidade da presença deles em locais previamente definidos.

4.2 Participação da Comunidade Escolar

A participação da comunidade nas atividades desenvolvidas em um Clube torna-se essencial. Sempre que possível, é importante que a comunidade escolar (pais, professores, direção, funcionários, entre outros) participe das atividades do Clube.

Como sugestão, propõe-se convidar os membros da comunidade escolar para participarem de algumas atividades do Clube, como colaborarem com algumas ações sociais, presenciarem reuniões do Clube, além de auxiliarem com palestras e sessões de cinema com assuntos científicos, em momentos específicos para os visitantes.

A participação da comunidade escolar contribui para a solidez do Clube, nas atividades que realiza e, conseqüentemente, os trabalhos de seus membros são mais reconhecidos. Essa valorização auxilia bastante na formação dos alunos clubistas.

5. ELABORAÇÃO DO ESTATUTO

Na implementação do Clube de Ciências, foram discutidas questões fundamentais para seu funcionamento. Dessa forma, tornou-se essencial a elaboração de um estatuto, como mostrado abaixo.

5.1 Estatuto Clube de Ciências *Hawking*

DA ORGANIZAÇÃO

CAPÍTULO I

Art. 1º - O Clube de Ciências HAWKING é uma entidade de caráter Científico-Educacional e de pesquisa, sem fins lucrativos.

Art. 2º - O Clube foi criado no início do ano letivo de ____ e organizado em Reunião Geral no dia ____ de _____ de _____. Tem duração indeterminada e adotado o ano letivo para efeito de funcionamento.

CAPÍTULO II

SÓCIOS E CORPO DIRETIVO

Art. 3º - O Clube é constituído por alunos devidamente matriculados no ensino médio do (Nome da escola).

Art. 4º - Os cargos e funções dentro do corpo diretivo, organizacional e executivo são acessíveis a qualquer sócio, desde que preenchidos os requisitos básicos pela função, em conformidade com este Estatuto.

§ Único – Somente o cargo de Presidente do Clube será ocupado pelo professor de Ciências do ensino médio ou, em caso de mais do que um professor, será feita uma eleição entre os membros efetivos do Clube.

Art. 5º - Este Estatuto estabelece procedimentos gerais, disciplinares a todos os órgãos do Clube, regulamentadas as atividades do seu quadro geral.

Art. 6º - O Clube de Ciências HAWKING funciona sob a orientação do(s) professor(es) de Ciências do ensino médio.

DAS FINALIDADES

OBJETIVOS

CAPÍTULO I

Art. 7º - O Clube de Ciências HAWKING tem por finalidade:

- a) despertar nos jovens o interesse pela Ciência e pela pesquisa científica e torná-los mais aptos para o aprendizado de matérias científicas;
- b) familiarizar o aluno com trabalhos bibliográficos, de laboratório e de campo;
- c) valorizar a iniciativa e a criatividade de cada sócio;
- d) desenvolver o espírito de equipe;
- e) promover a integração entre as áreas de Ciências, bem como entre alunos e comunidade, visando uma melhoria do ensino científico;
- f) realizar conferências, excursões, experiências, mostra de trabalhos desenvolvidos e visitas de caráter científico e cultural;
- g) incentivar a realização de Feira de Ciências;
- h) promover, coordenar, auxiliar e divulgar atividades culturais de cunho científico e pedagógico, conforme objetivos do Clube.

DOS ASSOCIADOS

CAPÍTULO I

DA ADMISSÃO DE SÓCIOS

Art. 8º - O Clube de Ciências HAWKING será aberto à associação de qualquer interessado, sempre em consonância com o estabelecido neste Estatuto.

Art. 9º - Para ser aceito como sócio do Clube, o interessado deverá preencher os seguintes requisitos:

- a) preencher a ficha de inscrição;
- b) ter conhecimento dos deveres dos sócios e aceitá-los;
- c) estar devidamente matriculado no Centro de Ensino Médio ou ser convidado de um aluno desse estabelecimento;
- d) Ser aceito por 80% dos sócios.

CAPÍTULO II

DOS DEVERES DOS SÓCIOS

Art. 10º - São deveres dos sócios:

- a) comparecer às reuniões semanais;
- b) responsabilizar-se pelos aparelhos dos laboratórios, pela limpeza dos locais de trabalho e pelos materiais do Clube;
- c) cooperar com as campanhas que visam à melhoria do material ou dos equipamentos, bem como fonte de recursos financeiros;
- d) desenvolver projetos de pesquisa em harmonia com os objetivos do Clube;
- e) comparecer às reuniões e encontros do Clube, na sede da instituição, em data e horário previamente estabelecidos, de acordo com as séries de ensino ou a critério do(a) professor(a) orientador(a);
- f) trazer para as reuniões o material solicitado para a realização das atividades práticas.

CAPÍTULO III

DA DEMISSÃO DOS SÓCIOS

Art. 11º - O associado será demitido quando infringir qualquer artigo deste Estatuto, previsto no Regimento da instituição de ensino.

Art. 12º - A não participação ativa dos sócios causará demissão.

CAPÍTULO IV

DOS DIREITOS DOS ASSOCIADOS

Art. 13º - São direitos dos sócios:

- a) assistir às aulas e encontros semanais do Clube de Ciências;
- b) assistir às reuniões ordinárias e extraordinárias;
- c) deliberar sobre campanhas, coletas e promoções;
- d) frequentar as dependências do Clube, dentro das normas estabelecidas pelo Regimento;
- e) participar de seminários, congressos, palestras, feiras e outros eventos organizados, apoiados ou divulgados pelo Clube.

§ Único – Votar e ser votado são direitos de todos os associados.

DA ADMINISTRAÇÃO

CAPÍTULO I

DA COMPOSIÇÃO DA DIRETORIA

Art. 14º - O Clube de Ciências HAWKING será dirigido por uma diretoria eleita em Reunião Geral.

Art. 15º - Compõem a Diretoria do Clube:

- a) um presidente-diretor (cargo não eletivo);
- b) um presidente;
- c) um tesoureiro;
- d) um secretário.
- e) Todos os outros sócios são monitores.

§ 1º - O cargo de presidente-diretor é ocupado pela professora pesquisadora, não sendo um cargo eletivo.

§ 2º O mandato dos monitores pode ser interrompido caso suas atitudes estejam em desacordo com o que consta neste Estatuto, ou não estiverem desempenhando a contento suas atribuições. Nesse caso, o presidente poderá destituí-los de suas funções e indicar novos representantes para ocupar a função.

CAPÍTULO II

DA COMPETÊNCIA DA DIRETORIA

Art. 16º - Coordenar as atividades desenvolvidas na associação através de:

- a) convocação dos sócios para uma reunião;
- b) promoção de feiras de ciências, conferências ou outras atividades;
- c) administração do Clube.

Art. 17º - Compete ao presidente-diretor:

- a) convocar a diretoria do Clube para reuniões extraordinárias;
- b) promover acesso entre o Clube e seus mantenedores;
- c) orientar o presidente do Clube e demais membros da diretoria quanto ao bom desempenho de suas atribuições.

Art. 18º - Compete ao presidente do Clube:

- a) presidir todas as reuniões;

- b) convocar reuniões;
- c) apresentar em reunião o relatório das atividades do Clube;
- d) assinar com o presidente-diretor os documentos do Clube;
- e) organizar e orientar atividades práticas para formação e informação dos membros do Clube.

Art. 19º - Compete ao tesoureiro:

- a) ser responsável pelo material utilizado nas experiências.

Art. 20º - Compete ao secretário:

- a) elaborar a ata de cada reunião;
- b) organizar e atualizar documentos do Clube.

Art. 21º - Compete aos monitores:

- a) auxiliar o(a) professor(a) orientador(a) nas atividades práticas;
- b) repassar informações aos seus colegas de classe;
- c) atualizar murais e/ou notícias científicas aos membros do Clube;
- d) colaborar na manutenção da ordem nas atividades práticas;
- e) auxiliar na limpeza e organização dos laboratórios, antes e após seu uso.

CAPÍTULO I

DO REGISTRO E DA DESTINAÇÃO

Art. 22º - A Diretoria manterá um registro dos bens do Clube, bom como um livro próprio para anotações.

CAPÍTULO II

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 23º - O Clube se reunirá, semanalmente, em reunião geral ordinária às 14 horas, ou sempre que se fizer necessário, em reunião geral extraordinária.

Art. 24º - As comunicações internas e externas serão divulgadas através de Edital ou notas afixadas em local próprio, bem como as informações e notícias científicas.

Art. 25º - Os casos omissos neste Estatuto serão resolvidos pela diretoria, se dentro de sua alçada, ou pela reunião, em caso contrário.

6. MATERIAL DE APOIO

Alguns materiais podem facilitar o início da implementação de um Clube de Ciências. Seguem alguns modelos de materiais que utilizamos:

6.1 Carta-convite aos pais e à comunidade escolar

Senhores Pais,

Seu filho está sendo convidado para fazer parte do Clube de Ciências _____

O objetivo do Clube é promover um maior entendimento da Área de Ciências Naturais, proporcionar momentos de interação e conhecimentos e _____ através de estudos e atividades práticas. Esperamos contar com seu consentimento e informamos que as reuniões ocorrem às _____ nas dependências _____.

O horário das reuniões será repassado posteriormente, sendo que nossos encontros são no período contrário ao que seu filho estuda. Caso queiram inteirar-se do Estatuto do Clube ou necessitem de maiores esclarecimentos, estamos à disposição.

Atenciosamente,

Professor (diretor, coordenador),

Nós estamos implementando um Clube de Ciências no _____ (nome da escola) e convidamos você para participar da reunião que ocorrerá na _____, no dia _____, às _____ h.

O objetivo do Clube é promover um maior entendimento da Área de Ciências Naturais, proporcionar momentos de interação e conhecimentos através de estudos e atividades práticas.

Contamos com sua presença e seu apoio. Caso queira inteirar-se do Estatuto do Clube ou necessite de maiores esclarecimentos, estamos à disposição.

Atenciosamente,

6.2 Ficha de inscrição de sócios

FICHA DE ASSOCIAÇÃO	
Nome: _____	
Idade: _____	Data de nascimento: _____
Série: _____ Turma: _____ Escola: _____	
Endereço: _____	
_____ Celular: _____	
Responsável: _____ Celular: _____	
Disciplinas de que mais gosta: _____	
Atividades que realiza nas horas de lazer: _____	
Tem hábito de leitura? () sim () não	
Em caso afirmativo, o que gosta de ler? _____	
Assiste à TV? () sim () não	
Em caso afirmativo, a quais programas assiste com mais frequência? _____	
Pratica outras atividades em horário contrário? () sim () não	
Em caso afirmativo, quais? _____	
Utiliza redes sociais? Quais? _____	
Contato: _____	
Possui alguma doença que deva ser informada?	
() sim () não. Em caso afirmativo, qual: _____	
Faz uso de algum medicamento?	
() sim () não. Em caso afirmativo, qual: _____	
Estou ciente do Estatuto do Clube de Ciências, do qual passo a fazer parte a partir da data de minha admissão, bem como das normas internas de funcionamento e aceito cumpri-las ao tornar-me sócio do Clube de Ciências.	
_____	_____
Sócio pai/mãe ou responsável	Local e data
Observações:	

7. PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS CIENTÍFICOS

É importante a divulgação das atividades realizadas, tornando-se essencial a inscrição de projetos do Clube em alguns eventos, tais como: eventos científicos locais, regionais e nacionais; feiras de Ciências; jornal ou emissora de rádio do estado (se houver); reunião de pais e professores, entre outros.

O Clube também participou da organização da Feira de Ciências da escola, como foi citado na metodologia desta dissertação. Dentre as funções desenvolvidas, estava a elaboração do edital com as regras do evento. Abaixo, segue o modelo de edital utilizado.

EDITAL DE ABERTURA PARA A INSCRIÇÃO DA FEIRA DE CIÊNCIAS

O _____(nome da escola) torna pública a abertura das inscrições para a apresentação de projetos a serem expostos na Feira de Ciências.

O CONCURSO CIENTÍFICO será realizado nos dias _____, _____e _____de _____de _____.

1 – DOS OBJETIVOS

A Feira de Ciências do _____ tem como objetivo abranger os estudantes em temas relacionados às Ciências e promover a interação entre os alunos e a troca de experiências com os demais colegas, em torno de temas e atividades de Ciências e Tecnologia, valorizando o conhecimento, a criatividade e a atitude científica.

2 – DAS INSCRIÇÕES

* O período de inscrições será de _____de _____de _____a _____de _____de _____.

* As inscrições deverão ser feitas por alunos do ensino médio, 02 equipes compostas por, no mínimo, 10 alunos e, no máximo, 20 alunos.

* Cada equipe deverá (*CASO HAJA*), indicar o nome do(a) professor(a) orientador(a) e anexar uma declaração (conforme modelo Anexo III) assinada por ele, concordando em orientar o referido projeto.

* No ato da inscrição as equipes se comprometem a elaborar, construir, custear, montar, apresentar e desmontar os trabalhos.

* A documentação completa referente às inscrições (ver item 5) deverá ser entregue no

período de inscrição, durante os intervalos, aos alunos do Clube de Ciências, em frente ao mural do Clube de Ciências até o dia ____ de _____ de _____, data em que se encerram as inscrições.

* Juntamente com as inscrições, deverá ser apresentado um pré-projeto do trabalho a ser exposto na Feira de Ciências, conforme item 4 deste Edital.

3. DAS ORIENTAÇÕES DO PROJETO

O projeto deverá ter como tema central: "A Ciência para diminuição das desigualdades".

* A equipe do projeto deverá ser formada com alunos da mesma série e turma.

4. DAS INFORMAÇÕES DO PRÉ-PROJETO

O pré-projeto deverá ter, no máximo, 3 páginas e seguir o seguinte esquema de organização:

- * tema e área do trabalho;
- * título do trabalho;
- * nome do(a) professor(a) orientador(a) (*CASO HAJA*);
- * dois alunos representantes (indicados e eleitos pela equipe);
- * lista dos alunos participantes do trabalho (o aluno cujo nome não constar no pré-projeto não poderá participar das demais etapas do projeto);
- * breve apresentação do trabalho contendo:
 - resumo do trabalho;
 - introdução;
 - objetivos;
 - metodologia – esse item deve incluir também informações sobre o espaço físico necessário para a apresentação como área necessária, espaço aberto ou fechado; necessidade de instalações elétricas; água; número de tomadas; materiais necessários; computadores; produtos químicos, etc.
 - resultados pretendidos – a equipe deve explicitar seus resultados em tópicos, podendo ser resultados pretendidos, resultados preliminares ou resultados definitivos.

5. DA DOCUMENTAÇÃO PARA INSCRIÇÃO

Ao se inscrever, a equipe deverá apresentar os seguintes documentos:

* formulário de inscrição (Anexos I e II), devidamente preenchido;

- * pré-projeto contendo as informações descritas no item 4 do presente Edital;
- * declaração do(a) professor(a) orientador(a), *CASO HAJA*, aceitando orientar o projeto (modelo no Anexo III).

6. DA CLASSIFICAÇÃO

Os pré-projetos serão analisados pela equipe de professores de Ciências da Natureza e serão classificados de acordo com a observância dos critérios descritos neste Edital. Em caso de fuga na abordagem dos conteúdos ou de trabalhos repetidos, os alunos serão devidamente notificados, podendo realizar as modificações necessárias para sua adequação em tempo hábil. Se nada for feito, esses trabalhos serão desclassificados e aos alunos dessa equipe será atribuída pontuação zero nas quatro disciplinas em questão.

7. DA PONTUAÇÃO

*A nota será distribuída conforme os critérios descritos na tabela abaixo:

ITENS	TÓPICOS	OBSERVAR	PONTUAÇÃO
1	TEMA	Conteúdo do trabalho.	
2	MONTAGEM	Organização do trabalho em equipe no processo de montagem do trabalho, recursos didáticos e apresentação visual.	
3	APRESENTAÇÃO	Apresentação oral, domínio do conteúdo, compreensão geral do tema, desenvoltura em responder perguntas, síntese e conclusão. Coerência entre título, apresentação do trabalho e experiências. Novas ideias, inovação, utilização de novos instrumentos ou técnicas, aplicação, utilidade. É obrigatória a apresentação de experimentos.	
4	DESMONTAGEM	Organização e trabalho em equipe no processo de desmontagem, limpeza e liberação do espaço após o evento.	

7.1 Os trabalhos serão pontuados nas disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática da seguinte maneira:

- * Valerão de ____ a ____ pontos em Física, Química e Biologia e Matemática.

* A nota obtida no trabalho será a mesma para as 4 disciplinas supracitadas.

7.2 Observações:

*Os alunos do Clube de Ciências avaliarão a participação de cada aluno do grupo durante a elaboração, montagem, apresentação e desmontagem do trabalho, podendo, junto com o(a) professor(a) orientador(a), determinar penalidades na nota e até uma possível exclusão do aluno que não participar de forma ativa na execução do projeto.

*O aluno que não participar perderá o valor dos pontos a esse fim destinados.

8. PENALIDADES:

* a não observância das normas estabelecidas neste regulamento implicará prejuízos na avaliação dos projetos inscritos;

* atos de indisciplina, por parte dos expositores, serão encaminhados à comissão coordenadora da Feira de Ciências e estarão sujeitos à perda de pontos ou à desclassificação;

* casos especiais serão analisados pela comissão coordenadora da Feira de Ciências, formada pelos professores da equipe de Ciências da Natureza e Matemática e os alunos do Clube de Ciências;

* a falta de organização dos estandes implicará sobre a avaliação realizada pelos jurados – implicando também a desmontagem e limpeza do espaço físico do trabalho exposto no tempo determinado.

9. PROGRAMAÇÃO:

<u>Horário</u>	<u>Atividade</u>
7h10 – 8h30	Montagem dos trabalhos nos estandes.
8h30 – 9h	Lanche (INTERVALO)
9h	Abertura do evento.
9h10 – 12h	Avaliação dos projetos.
12h – 12h30	Desmontagem e limpeza dos espaços de exposição dos trabalhos. (AVALIADOS PELOS ALUNOS DO CLUBE DE CIÊNCIAS)
12h30	Encerramento das atividades

10. REGRAS DE SEGURANÇA

10.1 Serão proibidas as exposições dos seguintes itens:

a) organismos vivos (ex.: animais, micróbios, etc.), exceto plantas; b) Espécimes (ou partes) dissecados; c) animais vertebrados ou invertebrados preservados (inclusive embriões); d) órgãos ou membros de animais/humanos ou seus fluidos (sangue, urina, etc.). Exceções: dentes, cabelos, unhas, ossos secos de animais, cortes histológicos dissecados e *slides* de tecido úmido quando completamente lacrado; e) gelo seco ou outros sólidos sublimáveis; f) comida humana ou animal; g) baterias com células expostas; h) produtos combustíveis, inclusive materiais pirotécnicos; i) substâncias tóxicas ou de uso controlado; j) colocação em marcha de motores de combustão interna; k) materiais cortantes, seringas, agulhas, materiais de vidro que possam provocar ferimentos; l) fotografias ou quaisquer outras formas de apresentação visual de técnicas cirúrgicas, dissecação, necropsia ou outras técnicas de laboratório; m) aparelhos de áudio que não façam parte do Projeto.

11. DAS INFORMAÇÕES ADICIONAIS

* A turma poderá, *CASO HAJA*, convidar o(a) professor(a) orientador(a) para ajudar na elaboração e condução do projeto.

* O(A) professor(a) orientador(a), *CASO HAJA*, poderá mudar os alunos representantes do trabalho se achar necessário.

* Em casos de trabalhos iguais ou repetidos, terá o direito de permanecer com o tema aquele que fez a inscrição primeiro.

* É responsabilidade individual de cada aluno observar os requisitos e regras deste Edital.

12. DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

12.1 - Os casos omissos serão resolvidos pela equipe de professores de Ciências da Natureza e Matemática e do Clube de Ciências que formam a coordenação da Feira de Ciências, juntamente com os(as) professores(as) orientadores(as) (*CASO HAJA*).

ANEXO A – FICHA DE INSCRIÇÃO

Nós, aluno(as) regularmente matriculados no Ensino Médio _____, solicitamos a inscrição do seguinte projeto para apresentação na Feira de Ciências do _____.

Título do Trabalho:

Professor(a) Orientador(a)

Nome: _____

Local, _____ de _____ de 201__.

Representante da Equipe

ANEXO B – IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE

NOME DOS ALUNOS	SÉRIE E TURMA

ANEXO C – DECLARAÇÃO**DECLARAÇÃO DO(A) ORIENTADOR(A)**

Local, ____ de _____ de 201____.

Eu, _____ professor(a)

_____,
do NOME DA ESCOLA, declaro, para os devidos fins, que aceito orientar a equipe
na elaboração do trabalho
_____ a ser apresentado
na Feira de Ciências.

Assinatura do(a) Professor(a) Orientador(a)

8. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Um Clube de Ciências pode desenvolver diversas atividades, como: estudo em grupo dos conteúdos trabalhados em sala de aula; desenvolvimento de projetos que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da comunidade; desenvolvimento de experimentos e pesquisas para solução de situações-problema; qualquer atividade que vise à aprendizagem, à busca pelo conhecimento e à melhoria da qualidade de vida é possível, desde que não promova risco para os envolvidos.

As atividades realizadas ao longo do ano letivo no Clube foram divididas em duas etapas: a realização do projeto da Feira de Ciências da escola e o desenvolvimento de atividades com a aprendizagem em grupos cooperativos.

O projeto da Feira de Ciências foi a construção de um protótipo de um aquecedor solar. Esse trabalho envolveu outros dois experimentos, referentes aos polímeros, devido aos materiais utilizados na construção do protótipo; além de outro experimento, tratando sobre o descarte desses materiais. Os roteiros experimentais estão descritos a seguir.

9. ROTEIROS EXPERIMENTAIS

Os experimentos apresentados a seguir foram elaborados no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química da Universidade de Brasília (LPEQ).

9.1 Experimento 1: Construção do protótipo de um aquecedor solar

Tema: **ENERGIA.**

Subtema: Aquecedor solar.

Título: Como aquecer a água do chuveiro sem ajuda da eletricidade em um dia de inverno?

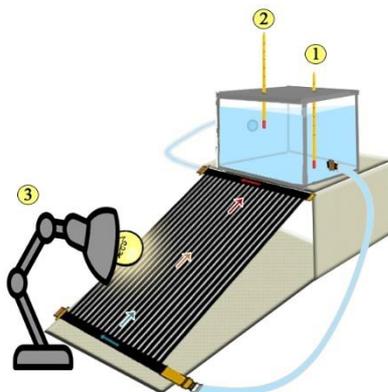
Materiais / Reagentes

- Protótipo de aquecedor solar didático.

Procedimento Experimental

Utilizar para este experimento o protótipo de aquecedor solar mostrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Protótipo de um aquecedor solar didático.



No início, fazer a leitura da temperatura da água nos dois termômetros acoplados ao reservatório, a saber: (1) no fundo do reservatório e o (2) próximo da superfície da água. Em seguida, ligar a lâmpada (3) acoplada ao protótipo de aquecedor solar, esperar uns 30 minutos e depois ler a temperatura novamente nos dois termômetros após 30 minutos.

Observação Macroscópica

Inicialmente, a temperatura nos dois termômetros é a mesma. Após cerca de 30 minutos, a temperatura no termômetro de cima (2) é maior que a do termômetro de baixo (1).

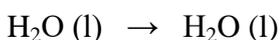
Interpretação Submicroscópica

No protótipo didático de um aquecedor solar, a luz da lâmpada incandescente está simulando a luz solar. A lâmpada fornece energia (luz e calor) que são absorvidos pela placa. O calor absorvido pela placa de PVC é transferido para a água que está no interior da placa. A cor preta maximiza o processo de absorção de luz e calor. A água aquecida, por ser menos densa, movimenta-se (sobe) em direção ao reservatório de plástico, dando início a um processo natural de circulação chamado termo-sifão. Tal processo ocorre devido ao movimento de convecção da água, que dura enquanto houver uma boa irradiação e diferença de temperatura entre a água que chega e a água que sai das placas aquecedoras.

Interconversão de Energia

Os modos de interconversão entre diferentes tipos de energia presentes neste experimento são a conversão de energia elétrica em energia luminosa e térmica. E a conversão de energia luminosa e térmica em energia cinética.

Expressão Representacional



Menor temperatura Maior temperatura (menor densidade)

Resposta à Pergunta Inicial

Podemos aquecer a água utilizando um aquecedor solar. Nesse dispositivo a radiação luminosa é convertida em calor, o qual aquece a água.

Importância para a Sociedade

Chamamos de aquecedor solar todo dispositivo que, a partir da energia solar, tem por finalidade o aquecimento (de água ou produção de vapor). Esse dispositivo capta a energia solar sob a forma de calor e, assim, aquece a água.

Nosso país possui uma grande incidência da luz solar e cada vez mais notamos a presença de aquecedores solares nos telhados das residências. A utilização desses traz inúmeros benefícios, como: preservação ambiental, conservação de energia, possibilidade de geração de empregos, economia financeira familiar e nacional (8 a 9% da demanda elétrica), redução de emissões do gás estufa - CO₂, entre outros.

Cuidado com os Resíduos

Neste experimento não há produção de resíduo, pois a água utilizada fica em circulação. Quando o experimento é desmontado, a água pode ser usada para regar plantas.

9.2 Experimento 2: Polímeros

Tema: **ENERGIA.**

Subtema: Termoplásticos x Termorrígidos.

Título: Vamos moldar um plástico?

Materiais:

- pedaços de cano de PVC;
- amostras de cabos de panela (baquelite);
- soprador térmico;
- pinça metálica.

Procedimento Experimental

Ligar o soprador térmico na posição aquecimento alto. Usando a pinça metálica, aquecer um pedaço de cano de PVC até iniciar o amolecimento. Tentar moldar o cano.

Repetir o procedimento usando o cabo de panela.

Observação Macroscópica

O cano de PVC ao ser aquecido amolece, podendo ser dobrado. O cabo de panela ao ser aquecido fica muito quente e não amolece, não podendo ser moldado.

Interpretação Submicroscópica

O cano de PVC é fabricado usando o polímero policloreto de vinila (*vide* Figura 1). Este polímero é formado por longas cadeias de vários tamanhos. Portanto, o PVC, como qualquer outro polímero sintético, é um material, e não uma substância pura. As propriedades físicas dos polímeros sintéticos refletem o fato de serem materiais. Assim, quando aquecido, o PVC amolece. Esse amolecimento é explicado pelo deslizamento das cadeias, umas sobre as outras. As cadeias não são interligadas, como ilustra a Figura 2(a) na Expressão Representacional.

Já o cabo de panela é confeccionado com uma resina termorrígida. Neste polímero as cadeias estão interligadas por ligações químicas cruzadas, como ilustra a Figura 2(b) na Expressão Representacional. Um exemplo desse tipo de polímero é a resina feno-formol, formada a partir da reação entre fenol e formaldeído. A Figura 3 ilustra a estrutura reticulada deste polímero.

Expressão Representacional:

Figura 1 – Expressão representacional da estrutura do monômero do PVC e do polímero PVC.

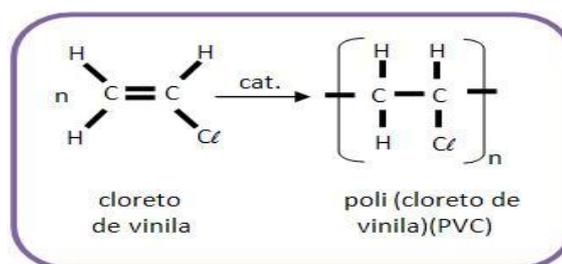


Figura 2 – Estrutura de um polímero termoplástico e de um termorrígido

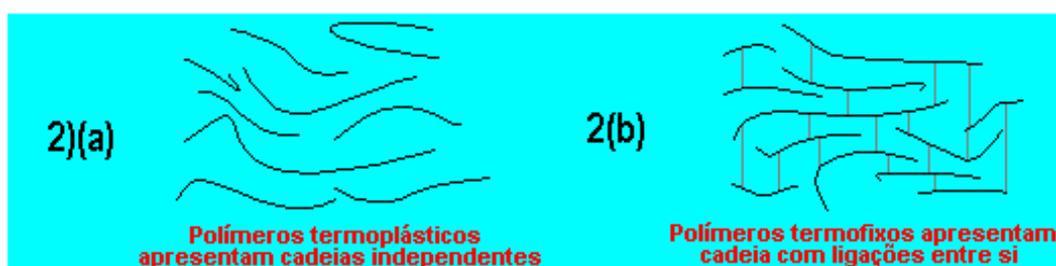
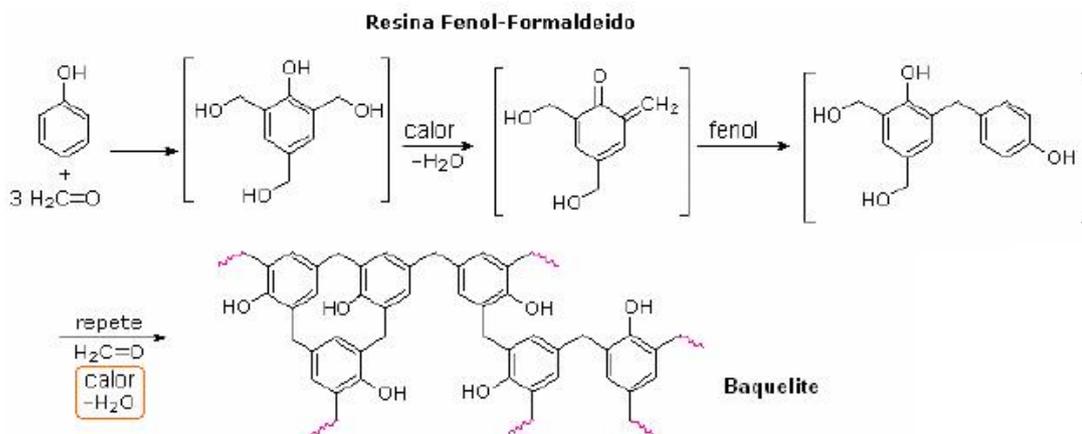


Figura 3 – Estrutura reticulada da resina fenol-formol, um polímero termorrígido.



Resposta à Pergunta Inicial

O PVC, quando aquecido, amolece. Esse amolecimento ocorre porque é um polímero termoplástico. Já o cabo de panela não pode ser moldado com o aquecimento pois é confeccionado com uma resina termorrígida.

Importância para a Sociedade

Os principais consumidores de plásticos separados do lixo são as empresas recicladoras, que reprocessam o material, fazendo-o voltar como matéria-prima para a fabricação de artefatos plásticos, como conduítes, sacos de lixo, baldes, cabides, garrafas de água sanitária e acessórios para automóveis, para citar alguns exemplos. É possível economizar até 50% de energia com o uso de plástico reciclado.

Em 2011, 6,5 milhões de toneladas de resinas termoplásticas foram consumidas. No Brasil, o maior mercado é o da reciclagem primária, que consiste na regeneração de um único tipo de resina separadamente. Um mercado crescente é o da chamada reciclagem secundária: o processamento de polímeros, misturados ou não, entre os mais de 40 existentes no mercado. Novas tecnologias já estão disponíveis para possibilitar o uso simultâneo de diferentes resíduos plásticos, sem que haja incompatibilidade entre elas e a consequente perda de resistência e qualidade. A chamada "madeira plástica", feita com a mistura de vários plásticos reciclados, é um exemplo.

Outros problemas são gerados devido ao descarte de plástico nos oceanos.

Um dos materiais essenciais para o nosso cotidiano é o plástico. Está presente em quase todos os lugares que frequentamos, estando presente nas garrafas pet de todo tipo, sacos plásticos, brinquedos e outros produtos afins. No entanto, ao longo do tempo, nos

descuidamos de sua destinação final. Como decorrência do uso inadequado, o plástico está causando enormes problemas ambientais, de tal forma que os oceanos poderão ter mais plástico do que peixes em 2050, caso não se reverta o atual sistema pelo qual se usa, se produz e se descarta esse material. Nos últimos 50 anos o plástico teve multiplicada por 20 a sua utilização. Cada ano, pelo menos, 8 milhões de toneladas são lançadas nos oceanos, o que equivale a descartar o conteúdo de um caminhão de lixo no oceano a cada minuto. Se não forem adotadas medidas efetivas, a expectativa é que se aumente para quatro caminhões por minuto no ano de 2050.

Do plástico produzido no mundo todo, mais de 70% ou é depositado em aterros ou lançado nos cursos d'água, resultando em um custo de 13 bilhões de dólares por ano em perdas para as indústrias do turismo, navegação e pesca. O plástico perturba os ecossistemas marinhos e ameaça a segurança alimentar das pessoas que dependem da pesca para a subsistência. O que para os seres humanos é um item de conforto, para os animais marinhos é uma bomba flutuante. O custo ambiental expressa a irracionalidade da utilização de um material tão importante da economia moderna.

Cuidado com os Resíduos

Neste experimento não há produção de resíduo, pois o cano de PVC e o cabo de panela podem ser reutilizados.

O cano de PVC, após ser usado várias vezes, pode ser descartado em coletores próprios para resíduos recicláveis.

9.3 Experimento 3: Queima do PVC

Tema: **ENERGIA.**

Subtema: Combustão de polímeros sintéticos.

Título: Por que não devemos queimar o lixo?

Materiais:

- amostra de PVC;
- solução de indicadora de fenolftaleína em meio alcalino (bicarbonato de sódio);
- tubos de ensaio, rolhas furadas, tubo de plástico, suporte universal, garras, mufas, lamparina a álcool.

Procedimento Experimental

Colocar alguns pequenos pedaços de PVC em um tubo de ensaio. Fixar na boca do tubo uma rolha com o tubo plástico. Colocar num segundo tubo de ensaio cerca de 20 ml de solução alcalina de fenolftaleína, conforme mostrado na figura abaixo. Inserir o tubo plástico no segundo tubo de ensaio, de modo que a ponta do tubo plástico fique mergulhada na solução de fenolftaleína. Aquecer com a lamparina o tubo de ensaio contendo o PVC e observar o tubo com a solução de fenolftaleína.



Observação Macroscópica

Observa-se um escurecimento dos pedaços de PVC no tubo de ensaio. A seguir observa-se o borbulhamento de um gás no tubo contendo a solução de fenolftaleína. Após alguns minutos de borbulhamento, a solução de fenolftaleína muda a cor de rosa para incolor.

Interpretação Submicroscópica

O polímero PVC apresenta em sua estrutura átomos de cloro na cadeia polimérica. A presença de ácido clorídrico na fumaça da combustão do PVC no experimento realizado é evidenciada pela descoloração da solução indicadora de fenolftaleína. Esse indicador ácido-base apresenta cor rósea em meio alcalino (pH maior que 7,0) e é incolor em meio ácido. Nesse caso ocorreu a reação entre o ácido clorídrico presente na fumaça com o bicarbonato de sódio presente na solução alcalina de fenolftaleína, tornando o meio ácido e, portanto, incolor.

Expressão Representacional

$$(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n(\text{s}) + n\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow n\text{CO}_2(\text{g}) + n\text{HCl}(\text{g}) + n\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) + \text{outros produtos}$$


Resposta à Pergunta Inicial

Quando queimamos o lixo que contém resíduos de plásticos como, por exemplo, resíduos de PVC, os plásticos também entram em combustão. A combustão do PVC gera uma grande quantidade de produtos químicos, tais como fuligem (carbono sólido), monóxido de carbono, gás carbônico e cloreto de hidrogênio.

Importância para a Sociedade

Algumas pessoas têm o hábito de incinerar o próprio lixo como forma de descarte. Porém, essa prática não é indicada, já que em nossos resíduos diários encontramos polímeros que, quando aquecidos, liberam ao ambiente gases poluentes e indesejados. Esses gases poluentes aumentam o efeito estufa do planeta, por causa da fumaça e da fuligem.

Um dos produtos mais problemáticos na queima do PVC é o cloreto de hidrogênio, pois esse composto, quando lançado na atmosfera, se dissolve nas gotículas de água suspensas no ar, levando à formação do ácido clorídrico nessas gotículas. O ácido clorídrico contribui na formação da chamada chuva ácida. Em ambientes naturais não poluídos, a chuva é naturalmente ácida. Ela apresenta um pH entre 5,6 e 6,0, em função da dissolução do gás carbônico nas gotículas de água da chuva. Em ambientes poluídos, como no caso da queima de lixo, a presença de ácido clorídrico abaixa o pH para em torno de 3,5, daí a designação como chuva ácida.

A chuva ácida é responsável por diversos problemas ambientais como a acidificação das águas dos rios, o que leva à morte dos peixes, lentidão na realização da fotossíntese, o que compromete o desenvolvimento das plantas. Nas cidades os seus efeitos podem ser percebidos na deterioração de monumentos, corrosão de estruturas metálicas etc.

Cuidados com os Resíduos

A solução residual de ácido clorídrico deve ser neutralizada. Ao atingir pH entre 6 e 8, a mistura pode ser descartada na pia. Os pedaços de PVC carbonizados podem ser descartados no lixo comum.

Na segunda etapa, realizou-se o processo de aprendizagem em grupos cooperativos com o desenvolvimento de três atividades, uma para cada série do ensino médio.

Antes de iniciar a atividade com os demais alunos da escola, as reuniões do Clube de Ciências eram exclusivas para o planejamento e estudo desse conteúdo.

O estudo era feito da seguinte maneira:

- Realização do experimento.

- Apresentação, explicação e discussão do experimento e do conteúdo envolvido no fenômeno observado. Essa explicação começava com a professora do Clube, como uma aula do ensino formal. Ao longo da aula, os clubistas participavam bastante, com dúvidas, comentários e sugestões. Essa troca de experiências era o grande diferencial de uma aula tradicional. A quantidade reduzida de alunos favoreceu esse momento.

- Explicação de cada aluno clubista para os demais. Durante essa apresentação ocorreram críticas, dúvidas, sugestões do grupo todo. Essa forma de exposição do conteúdo aprendido eram os momentos onde surgiam mais dúvidas e debates no grupo.

10. ROTEIROS EXPERIMENTAIS

10.1 Experimento 4: Funcionamento do Micro-ondas

Tema: **ENERGIA.**

Subtema: Micro-ondas.

Título: Como os alimentos aquecem no forno de micro-ondas?

Materiais / Reagentes

- Forno de micro-ondas;
- Dois frascos com tampa;
- Óleo mineral e água.

Procedimento Experimental

Adicionar água em um dos frascos e tampar. Adicionar o óleo mineral no outro frasco e tampar. Levar ambos os frascos ao forno de micro-ondas, em potência alta, por cerca de um minuto. Não se deve identificar os frascos.

Observação Macroscópica

Embora ambos os frascos permaneçam com a mesma aparência (líquido incolor), apenas um dos frascos aqueceu, enquanto o outro permaneceu à temperatura ambiente.

Interpretação Submicroscópica

No forno de micro-ondas as ondas eletromagnéticas são produzidas por uma válvula eletrônica denominada magnetron. As partes importantes do magnetron são: um catodo

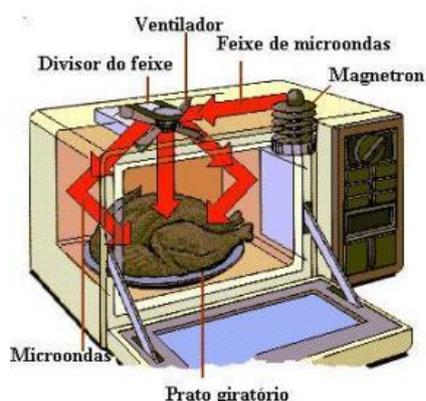
carregado negativamente, um anodo circular ao redor do catodo e um ímã permanente ao redor do par catodo-anodo. O magnetron funciona a partir de uma corrente elétrica que flui do catodo para o anodo, entretanto, quando os elétrons começam a fluir são forçados pelo campo magnético do ímã a girar ao redor do catodo em direção ao anodo, descrevendo uma trajetória elíptica, até atingirem o anodo (Figura 1). Nesse percurso, os elétrons perdem energia emitindo ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas produzidas são relativamente curtas (12 cm, aproximadamente), daí o nome “micro-ondas”. Quando as micro-ondas interagem com moléculas pequenas e polares, como as da água, provocam oscilações nessas moléculas.

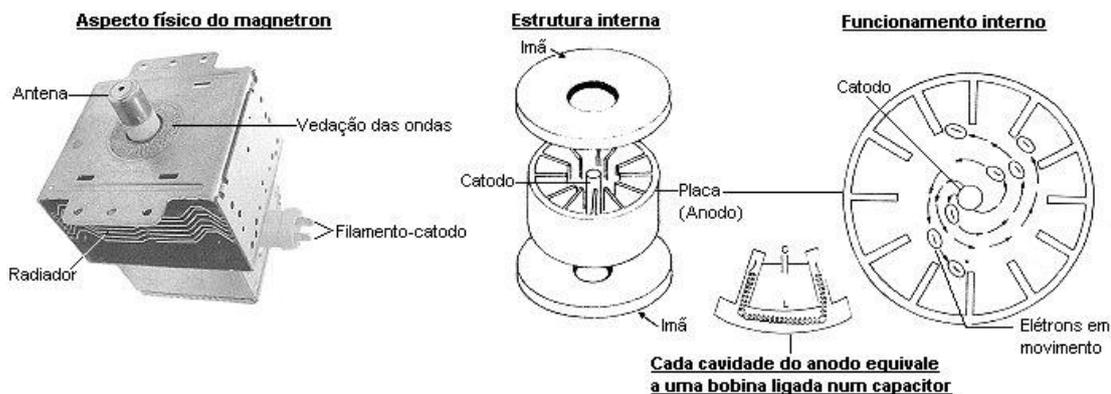
A molécula de água possui um dipolo elétrico permanente, isto é, um lado da molécula possui carga negativa e o lado oposto possui carga positiva. A interação desse dipolo permanente com campo elétrico oscilante da radiação eletromagnética é que promove a oscilação das moléculas de água (vide Figura 2).

A fricção entre as moléculas de água, causada pelas oscilações, produz calor que aquece a água. A água aquecida transfere calor para o vidro do frasco, o que explica o seu aquecimento. No tubo que contém somente óleo não ocorrerá aquecimento, isso porque o óleo é constituído de moléculas grandes e apolares, as quais não interagem com micro-ondas com esse comprimento de onda.

Interconversão de Energia: os modos de interconversão entre diferentes tipos de energia presentes neste experimento são a conversão de energia elétrica (rede elétrica) em energia radiante (micro-ondas), bem como a conversão de energia radiante em energia cinética (moléculas de água) e, finalmente, a conversão de energia cinética em energia térmica.

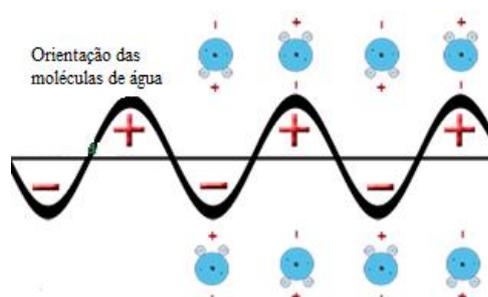
Figura 1 – Micro-ondas e sua estrutura interna.





Expressão Representacional

Figura 2 - Ilustração da oscilação das moléculas de água na interação com a radiação eletromagnética (micro-ondas).



Resposta à Pergunta Inicial

O aquecimento dos alimentos no forno de micro-ondas se dá pela interação das micro-ondas com as moléculas de água presentes nos alimentos.

Importância para a Sociedade

O forno de micro-ondas representa a mais recente tecnologia para preparo e aquecimento de alimentos. O preparo de alimento evoluiu do fogão a lenha para o fogão a querosene, posteriormente, evoluiu para o fogão a gás, o fogão elétrico e, mais recentemente, para o forno de micro-ondas. Essa evolução tecnológica causou profundas mudanças no modo de vida da sociedade atual. Essas mudanças exigem a apropriação de novos conhecimentos, como por exemplo, que tipos de recipientes podem ser usados no micro-ondas.

Aquecer alimentos em recipientes de plástico que não são específicos para esse tipo de forno pode liberar substâncias tóxicas para o ser humano. Para evitar problemas, basta utilizar recipientes de vidro temperado, porcelana ou plásticos especiais para micro-ondas.

Muitas vezes, utiliza-se a expressão “radiação eletromagnética” ou “irradiar um alimento com micro-ondas”. Esta associação tem levado pessoas a acreditar que o forno de micro-ondas faz uso da radioatividade para funcionar e que os alimentos ficam contaminados com radioatividade. As micro-ondas são da mesma natureza que as ondas de rádio e as ondas usadas nos telefones celulares. Elas não oferecem risco para a saúde.

Quando o forno de micro-ondas não tem mais utilidade, a melhor maneira de descartá-lo é encaminhá-lo para a reciclagem. O forno de micro-ondas contém vários materiais como plástico, vidro e metais, que podem ser separados e ter as partes recicladas, como, por exemplo, os vidros (porta e prato giratório) e os plásticos; já a reciclagem das placas eletrônicas, que contêm metais bioacumulativos, como chumbo e cádmio, exige um tratamento mais cauteloso devido aos danos ambientais que podem gerar.

Cuidados com os Resíduos

Tanto a água da torneira como o óleo mineral podem ser reutilizados muitas vezes. Quando não mais forem necessários, podem ser guardados e reutilizados.

10.2 Experimento 5: Foguetinho

Tema: **ENERGIA.**

Subtema: Foguetinho.

Título: Como explicar o deslocamento de um avião a jato?

Materiais:

- garrafa PET de 2 litros;
- álcool combustível;
- acendedor de fogão;
- arame estendido na sala, próximo ao teto.

Procedimento Experimental

1. Dependurar a garrafa no arame por meio de alças feitas com arame flexível;
2. fazer um pequeno furo no fundo da garrafa;
3. retirar a tampa da garrafa e borrifar uma pequena quantidade de álcool no seu interior (bastam duas borrifadas);
4. balançar um pouco a garrafa para que ela esteja em grande parte molhada pelo álcool;
5. feito isso, tampar a garrafa e acionar o acendedor de fogão próximo ao furo da garrafa e observar o deslocamento do foguete.

Observação Macroscópica

Observa-se rapidamente o aparecimento de fogo dentro da garrafa e o deslocamento da garrafa ao longo do arame com um ruído elevado.

Interpretação Submicroscópica

O álcool contém a substância etanol. Quando o etanol entra em combustão na presença de oxigênio (presente no ar), no interior do foguetinho, haverá a formação do gás carbônico e água gasosa, além da liberação de grande quantidade de calor.

A energia produzida na reação de combustão aquece os gases (ar mais produtos da combustão) no interior da garrafa, que se expandem rapidamente. Como a garrafa tem um volume fixo, a expansão dos gases causa um aumento da pressão no seu interior. Os gases aquecidos e sob alta pressão escapam pelo orifício exercendo uma força sobre a atmosfera (ação). A atmosfera, por sua vez, exerce uma força sobre a garrafa (reação), fazendo com que ela se desloque (lei da ação e reação). A lei da ação e reação (terceira lei de Newton) diz que a toda ação corresponde uma reação com a mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário.

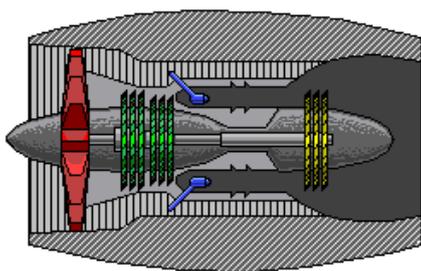
Expressão Representacional



Interconversão de energia: neste experimento ocorreu a conversão de energia química em energia térmica, além da conversão de energia térmica em energia cinética.

Resposta à Pergunta Inicial

Nas turbinas dos aviões a jato ocorre uma reação de combustão do querosene, produzindo grande quantidade de calor. Esse calor aquece os gases no interior da turbina (ar mais produtos da combustão) que escapam pela parte traseira, exercendo uma força sobre a atmosfera (ação), que por sua vez exerce uma força sobre o avião (reação), promovendo seu deslocamento para a frente.



Importância para a Sociedade

A tecnologia de motores a combustão tem permitido importantes avanços na locomoção das pessoas e de cargas em aviões. No entanto, os gases da combustão têm contribuído para a piora da qualidade do ar que respiramos.

O princípio de funcionamento do foguete é semelhante ao das naves espaciais, lançadas para missões fora da Terra.

Cuidados com os Resíduos

Os resíduos gerados no processo de combustão são gás carbônico e vapor d'água, que são liberados para a atmosfera.

10.3 Experimento 6: Protótipo da geladeira

Tema: **ENERGIA.**

Subtema: Geladeira.

Título: Como funciona uma geladeira?

Materiais:

- Protótipo de um sistema de refrigeração.

Procedimento Experimental

Ligar o protótipo de geladeira à rede elétrica. Logo no início, tocar com as mãos a serpentina de cor de cobre (localizada na parte superior do protótipo) e a serpentina preta (localizada na parte lateral do protótipo). Após alguns minutos, voltar a tocar com as mãos ambas as partes da geladeira.

Observação Macroscópica

Inicialmente, não se observa nada a não ser um leve barulho do motor funcionando. Após algum tempo ligado, percebe-se um resfriamento na serpentina de cor de cobre e um aquecimento na serpentina preta, inclusive observa-se o aparecimento de uma finíssima camada de gelo ao redor da serpentina de cor de cobre.

Interpretação Submicroscópica

Todo sistema de refrigeração contém uma substância gasosa dentro de uma tubulação fechada. As substâncias mais utilizadas são aquelas denominadas de clorofluorcarbonetos (exemplos: $\text{CFC}\ell_3$ (CFC-11); $\text{CF}_2\text{C}\ell_2$ (CFC-12); $\text{C}_2\text{F}_3\text{C}\ell_3$ (CFC-113) $\text{C}_2\text{F}_4\text{C}\ell_2$ (CFC-114) e $\text{C}_2\text{F}_5\text{C}\ell$ (CFC-115)). A função do compressor é comprimir o gás de forma tal que ele passe do estado gasoso para o estado líquido. Isso ocorre em uma pressão de cerca de 8 atmosferas. Essa mudança de estado (de gás para líquido) se processa no interior da serpentina preta. Como esse processo é um processo exotérmico, com liberação de energia na forma de calor, percebe-se, então, o aquecimento da serpentina preta. O líquido condensado percorre a tubulação até chegar numa região onde há um estreitamento da tubulação (o diâmetro do tubo fica muito pequeno e enrolado no formato de uma espiral, chamado de tubo capilar). Logo após esse estreitamento, observa-se que o diâmetro do tubo aumenta novamente. Dessa forma, o líquido condensado sai de uma região de alta pressão e diâmetro pequeno, para uma região de baixa pressão e de diâmetro maior. Nessa circunstância ocorre uma mudança de estado e o líquido condensado passa para o estado de vapor. Essa mudança de estado ocorre na serpentina de cor de cobre. Como essa mudança de estado (de líquido para gás) é um processo endotérmico, nota-se um forte resfriamento da serpentina. Numa geladeira comum, essa serpentina corresponde ao congelador.

Interconversão de Energia: os modos de interconversão entre diferentes tipos de energia presentes neste experimento são: **energia química** (fica armazenada nas interações intermoleculares do gás refrigerante) em **energia térmica**.

Expressão Representacional



Resposta à Pergunta Inicial

As geladeiras têm como princípio de funcionamento os processos exo e endotérmicos associados a mudanças de estado (gás para líquido e líquido para gás) de uma substância, quando submetida a uma variação de pressão em um sistema fechado.

Importância para a Sociedade

No período de 1800 a 1929, os três principais gases refrigerantes usados nas geladeiras eram amônia - NH_3 , cloreto de metila - CH_3Cl e dióxido de enxofre (SO_2). A toxicidade desses gases acabou provocando acidentes por vazamento, levando à morte algumas pessoas. Para mudar esse quadro, a partir de 1926, surgiram como produto de pesquisa os gases clorofluorcarbonetos ou CFC. Esses gases são incolores, inodoros, não inflamáveis e estáveis. Devido a essa estabilidade não se acreditava que fossem causar nenhum dano, até que em torno de 1980 já existiam dados de pesquisa científica que apontavam para a reatividade do ozônio frente ao CFC. Isso tem gerado muitas discussões em torno do afinamento e até desaparecimento, em determinadas partes, da camada de ozônio. Sendo assim, os CFC são impactantes e, por isso, merecem atenção e estudos.

Para reverter o impacto dos CFC à camada de ozônio foi assinado, pela maioria dos países do mundo, um tratado internacional, conhecido por Protocolo de Montreal, em que os signatários se comprometeram a substituir as substâncias que impactam a camada de ozônio na parte superior da estratosfera por outras menos nocivas.

Como alternativa aos CFC, foram apresentados os hidroclorofluorcarbonetos (HCFC), cujo impacto seria em torno de 10% do causado pelos CFC. Também se considera como substituinte dos CFC em refrigeração os hidrofluorcarbonetos (HFC) que não contêm cloro na molécula e são menos nocivos à camada de ozônio, porém os HFC apresentam alto potencial de aquecimento global.

Cuidado com os Resíduos

Neste experimento não há produção de resíduo, pois o protótipo de geladeira é fechado.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Clubes de Ciências proporcionam momentos pedagógicos que ultrapassam a sala de aula. Sua implementação depende das particularidades de cada contexto escolar, porém seu fundamento baseia-se num espaço que possibilite novos ensinamentos, socialização e, principalmente, transformação da aprendizagem.

Acredita-se que este trabalho possa contribuir efetivamente para a criação de novos Clubes de Ciências e, assim, também auxiliar a descoberta de maneiras alternativas de ensinar Ciências de uma forma mais significativa. Afinal, esse espaço pode proporcionar o êxito de atividades extraclasse no ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Programa de Desenvolvimento Educacional. **Guia de orientações para implementação de um clube de ciências**. 2008. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/172-2.pdf> . Acesso em: 10 set. 2017.

SANTOS, W. L.; MÓL, G. S. **Química Cidadã**. São Paulo: AJS, 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). **Ensino de Química em Foco**. IJUI: UNIJUI, 2010. p. 231 -261.

