



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**DANILO DE LIMA PEREIRA**

**UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA:  
CONTEXTUALIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E  
HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO**

**PATOS-PB  
FEVEREIRO/2021**

**DANILO DE LIMA PEREIRA**

**UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA:  
CONTEXTUALIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E  
HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO**

TCC-Artigo apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos, Polo Alagoa Grande, para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do Prof. Me. Emílio de Lucena Silva

**PATOS-PB**

**FEVEREIRO/2021**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL DE PATOS/IFPB

P436n Pereira, Danilo de Lima

Um novo olhar para a física: contextualização, experimentação e história da ciência no ensino/ Danilo de Lima Pereira. - Patos, 2021.

28 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal da Paraíba, 2021.

Orientador: Prof. Me Hemílio de Lucena Silva

1. Ensino de física 2. Aprendizagem significativa  
3. História da ciência I. Título.

CDU – 37:53

**DANILO DE LIMA PEREIRA**

**UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO,  
EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Banca Examinadora, do  
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia  
da Paraíba (IFPB), para obtenção do título  
de Especialista em Ensino de Ciências e  
Matemática.

Patos, 26 de Fevereiro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

Emílio de Lucena Silva

Prof. Me Emílio de Lucena Silva

Orientador – IFPB

Ivaldy José Nóbrega Barreto

Prof. Me Ivaldy José Nóbrega Barreto

Avaliador – IFPB

Valdenes Carvalho Gomes

Prof. Me Valdenes Carvalho Gomes

Avaliador – IFPB

# **UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO**

**Danilo de Lima Pereira**

## **RESUMO**

O principal objetivo da educação, apontado pelos documentos oficiais, é a formação cidadã do sujeito, a fim de que ele desenvolva uma postura crítica e reflexiva para que seja capaz de atuar na sociedade. No entanto, percebe-se que ainda estamos distantes dessa meta e que, por esse motivo, precisamos aperfeiçoar nossa prática pedagógica, inovando o processo de ensino-aprendizagem para promovermos uma aprendizagem verdadeiramente significativa para os alunos. O presente artigo traz uma experiência vivenciada na disciplina de Física, com alunos do 2º ano do ensino médio regular e técnico da ECIT Dr. Elpídio de Almeida, na cidade de Campina Grande-PB. O principal objetivo da pesquisa foi buscar “remodelar” a concepção que a maioria dos alunos do Ensino Médio tem sobre a Física, como sendo uma simples extensão da Matemática, apresentando a disciplina de forma contextualizada e com a vivência prática dos conteúdos estudados em sala de aula. Trabalhamos com experimentos no laboratório, simuladores computacionais e um episódio histórico. Percebemos que com a aplicação prática dos conteúdos estudados e o uso da História da Ciência, os alunos sentiram-se mais motivados a aprender e conseguiram perceber que a Física, e a ciência de um modo geral, está presente no seu cotidiano. Os alunos foram submetidos a dois questionários pré e pós-execução do projeto. Através da análise dos questionários, notamos um aumento significativo do número de alunos que expressaram o interesse pela Física e que a consideraram importante, o que nos leva a inferir que o projeto se mostrou como uma experiência extremamente válida e satisfatória para o professor e para os alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física. Aprendizagem significativa. História da Ciência.

## ABSTRACT

The main objective of education, pointed out by official documents, is the citizen formation of the subject, in order for him to develop a critical and reflective posture so that he is able to act in society. However, we realize that we are still far from this goal and that, for this reason, we need to improve our pedagogical practice, innovating the teaching-learning process to promote truly meaningful learning for students. This article brings an experience lived in the subject of Physics, with students of the second year of high school regular and technical of ECIT Dr. Elpídio de Almeida, in the city of Campina Grande in Paraíba state. The main objective of the research was "to reshape" the conception that most high school students have about Physics, as being a simple extension of Mathematics, presenting the subject in a contextualized way and with the practical experience of the contents studied in classroom. We worked with experiments in the laboratory, computer simulators and a historical episode. We realized that with the practical application of the contents studied and the use of the History of Science, the students felt more motivated to learn and were able to perceive that Physics, and science in general, is present in their daily lives. The students were submitted to two pre- and post-execution questionnaires for the project. Through the analysis of the questionnaires, we noticed a significant increase in the number of students who expressed interest in Physics and who consider it important, which leads us to infer that the project proved to be an extremely valid and satisfactory experience for the teacher and the students.

**Keywords:** Physics teaching. Meaningful learning. History of Science.

## 1. INTRODUÇÃO

Os documentos oficiais que regem a educação apontam a necessidade de uma formação crítica do aluno, no sentido de instruí-lo para o exercício da cidadania a partir de um ensino objetivado na aprendizagem significativa do sujeito. No entanto, sabe-se que comumente isso não acontece na prática, sobretudo se olharmos para a Física. Tal disciplina é apresentada aos alunos, na maioria das vezes, de uma maneira demasiadamente matematizada, onde os conceitos físicos são deixados de lado e a operacionalização matemática predomina na abordagem dos conteúdos, assim como nos exercícios e problemas propostos. Desse modo, o "aprendizado da Física" vincula-se vigorosamente à habilidade de manipulações de fórmulas matemáticas e, como isto constitui uma das maiores dificuldades dos estudantes do Ensino Médio, tal dificuldade é refletida no desempenho do alunado na Física, devido ao modo como a mesma é explicitada nesse nível de ensino, comprometendo assim a aprendizagem dessa matéria.

A aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas. Essa postura não implica permanecer apenas no nível de conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, nem muito menos pelo senso comum, mas visa a gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante. Ao propor uma nova forma de organizar o currículo, trabalhado na perspectiva interdisciplinar e contextualizada, parte-se do pressuposto de que toda aprendizagem significativa implica uma relação sujeito-objeto e que, para que esta se concretize, é necessário oferecer as condições para que os dois polos do processo interajam. (BRASIL, 2000, p. 23)

O presente projeto foi desenvolvido em seis turmas de 2º ano do Ensino Médio Regular e Técnico, turno integral, da ECIT Dr. Elpídio de Almeida no ano de 2019, tendo como proposta analisar como e por quê a dificuldade matemática compromete a aprendizagem da Física no Ensino Médio, através da identificação de alguns obstáculos para esta aprendizagem e apresentando um plano de intervenção que se mostrou como uma experiência de sucesso escolar.

Nesse sentido, este projeto apresentou a disciplina de Física através de uma abordagem mais contextualizada e dinâmica, trabalhando de maneira prática os conceitos abordados, além de um viés histórico desta disciplina, para que os alunos percebessem no seu cotidiano a presença e influência da ciência e da tecnologia, pois entendemos que tal sistematização é o pano de fundo para o aprofundamento sobre a especificidade desta ciência e mostrou-se como uma possibilidade de incentivar os educandos ao interesse no aprendizado e envolvimento na disciplina.

O encaminhamento metodológico com esta visão de concretização e contextualização do que é estudado em sala, foi fortalecido na prática. O professor oportunizou práticas pedagógicas

intencionais para o envolvimento efetivo dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, onde os mesmos puderam ir além do simples fato de “decorar” fórmulas e resolver exercícios monótonos de substituição, o que corresponde a uma verdadeira matematização da Física. Quando apresentada desta forma, há um desestímulo cada vez maior dos alunos e aumento considerável do desinteresse e apatia com a disciplina, além de elevação significativa do número de reprovações.

O objetivo principal da pesquisa foi “remodelar” a concepção que a maioria dos alunos do Ensino Médio tem sobre a Física, como sendo uma simples extensão da Matemática, apresentando a disciplina de forma contextualizada e com a vivência prática dos conteúdos estudados em sala de aula. Atrelado a esse objetivo principal, buscamos também alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Procurar entender a relação que os alunos do Ensino Médio veem entre a Física e a Matemática, para identificar alguns fatores que possam provocar o desinteresse pela Física por parte dos mesmos;
- Realizar experimentos com os alunos e trabalhar um episódio histórico envolvendo os conteúdos estudados em sala de aula;
- Desenvolver espírito crítico e investigativo nos alunos, contribuindo para a formação cidadã.

As atividades desenvolvidas tiveram o intuito de formar estudantes autônomos e críticos para uma visão amigável e interessante da Física, garantindo assim os direitos da aprendizagem, modificando e diversificando formas de capacitar dentro do cotidiano escolar, preparando-os para a vida, formando cidadãos atuantes na sociedade. Deste modo, o presente projeto permitiu a realização de atividades significativas para o professor e para os alunos, permitindo-os adquirir conhecimentos práticos como articulação para não serem vivenciadas em um único momento da escolaridade.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Desde os primórdios da humanidade, o homem procura entender e explicar os fenômenos que ocorrem na natureza, a sua própria origem e diversos outros questionamentos que o cercam. Tomando especificamente o conhecimento científico, alguns autores afirmam que este teve sua

"origem" na Grécia Antiga, muito embora outros autores assegurem que antes dos gregos, outros povos antigos já haviam desenvolvido algum conhecimento, o qual foi utilizado pelos gregos, que introduziram o conceito racional de ciência. Assim, surge a filosofia natural por volta do século VI a.C., que desprezava o mito e suscitava o ideal do saber contemplativo, ou seja, o saber pelo saber. Mais tarde, por volta do século XVII, as ciências foram classificadas de diversas formas. Aranha e Martins (2005), por exemplo, as classificam como empíricas e não-empíricas, sendo as empíricas subdivididas em ciências naturais e ciências humanas.

Deste modo, podemos constatar que as ciências se relacionam desde suas origens, portanto, com a física não é diferente. A ciência física busca entender e explicar os diversos fenômenos naturais que ocorrem diariamente, no entanto, ela, assim como as outras ciências, não trabalha sozinha. Esta ciência relaciona-se com diversas outras, como a química, a biologia e matemática, entretanto, a relação com esta última é ainda mais próxima e íntima de tal modo que podemos dizer que a física não "vive" sem a matemática, pois a relação entre ambas se deu desde a mais remota essência do conhecimento científico.

A intrínseca relação entre essas duas ciências configura-se, dentre outros aspectos, como herança da tradição pitagórica, segundo a qual a natureza era concebida através de analogias entre os fenômenos e relações tiradas de formas idealizadas. Como afirma Pietrocola (2002), a linguagem da natureza, por excelência, era a matemática e o mundo era o seu campo de inspiração e aplicação das relações nele produzidas. Segundo o mesmo autor (2002 apud Patty, 1989), Galileu concebia que a Matemática permite uma leitura direta da natureza, desse modo, a Matemática constituía, para ele, a língua (ou linguagem) da natureza. Não só Galileu como diversos outros cientistas descrevem o importante papel da matemática, dentre os quais pode-se destacar, segundo Flohais (2000), Francis Bacon que teorizou "à medida que a Física avança cada vez mais e desenvolve novos axiomas, ela exige uma ajuda pronta da Matemática", Wilhelm Roentgen, o primeiro prêmio Nobel da Física, afirmou que "o físico precisa de três coisas para o seu trabalho: matemática, matemática e matemática" e o próprio Galileu disse que "a Natureza está escrita em caracteres matemáticos".

Outro aspecto importante que permeia a relação dessas duas áreas do saber é o fato de que ao longo da história da física, muitos cientistas que contribuíram para a descoberta e evolução dos conhecimentos eram matemáticos, dentre os quais pode-se destacar, a título de exemplo, o ilustre Isaac Newton que criou o cálculo diferencial para descrever os movimentos que os corpos

realizavam. Além disso, Karam (2007) destaca, por um lado, alguns exemplos de teorias e experiências físicas motivadas pelo resultado de expressões/equações matemáticas, tais como a previsão teórica da existência de ondas eletromagnéticas pelas equações de Maxwell e a previsão matemática da existência de Netuno, feita por Urbain Le Verrier investigando pequenas diferenças entre a teoria da gravitação e a observação da órbita de Urano, dentre outras. Por outro lado, o autor menciona que podemos encontrar na História outros exemplos em que as teorias matemáticas foram desenvolvidas como respostas a questões formuladas pela experiência, dentre os quais destaca-se o surgimento do cálculo diferencial a partir da preocupação com a descrição do movimento e, mais especificamente, do conceito de velocidade.

Portanto, vê-se que a matemática e a física são duas ciências definitivamente indissociáveis, pois ao longo da história sempre houve uma mútua contribuição de uma à outra, em que novos conhecimentos puderam ser construídos a partir dessa recíproca colaboração. No entanto, o que se observa no atual cenário educacional, mais especificamente no Ensino Médio, é que a maioria dos professores de física acaba por atribuir o insucesso de seus estudantes à falta de conhecimento matemático dos mesmos, enquanto que os docentes da disciplina de matemática tendem a menosprezar a importância de fenômenos físicos para a criação de objetos matemáticos e não concordam que sua disciplina sirva apenas de instrumento para aquela outra. Assim, cria-se uma certa desorientação no papel de cada uma dessas disciplinas e no modo como as mesmas devem ser apresentadas, o que gera sérias consequências aos estudantes do Ensino Médio.

Conforme indica Pietrocola (2002), atualmente a matemática está definitivamente alojada no seio da física e isto torna-se evidente nos livros e artigos, além de estar presente discurso dos professores de todos os níveis que atestam que sem conhecimentos matemáticos é impossível exercer uma boa física. Como já foi mencionado, não se pode negar a inter-relação existente entre essas duas áreas do saber, entretanto, vale salientar que a física não se restringe apenas a equações matemáticas, pois a matemática é uma das "linguagens" da física e esta vai muito além disso, por trás das equações que descrevem as leis físicas e mensuram suas grandezas existe todo um embasamento teórico e inúmeros conceitos e teorias que procuram explicar os fenômenos observados e entender melhor o mundo em que vivemos.

Dentre os diversos problemas que contribuem para o desinteresse do alunado pela física e um mau desempenho nesta disciplina está o modo como ela é ensinada. A maioria dos professores do Ensino Médio insiste em apresentá-la numa abordagem demasiadamente

matematizada, sem uma relação direta com o cotidiano, apresentando exercícios repetitivos, os quais visam apenas a aplicação de fórmulas para encontrar um algoritmo que representa determinada grandeza. Ora, a física já é um tanto abstrata e apresentada nessa abordagem, o que dizer? Como os alunos podem aprender física se os professores estão apenas "domesticando-os" a memorizar fórmulas e aplicá-las em exercícios de mera substituição numérica? Infelizmente, esta é a realidade vivenciada na maioria das escolas, porém não podemos depositar toda a culpa nos docentes, pois como aponta Pietrocola (2002) na própria organização curricular do Ensino Médio, há uma estrutura de pré-requisitos, em que os novos conteúdos necessitam do domínio de outros e até mesmo de outras disciplinas.

Por isso, as disciplinas devem ser trabalhadas de modo interdisciplinar, a fim de promover uma maior articulação entre as mesmas e seus conteúdos e, o mais importante, promover uma aprendizagem mais consistente para o aluno. Além disso, os próprios livros didáticos contribuem para a situação apresentada, ao abordarem os conteúdos com um alto nível de abstração e distante do cotidiano do aluno e apresentando a física como um conhecimento desenvolvido por alguns gênios, os quais construíram este conhecimento que permanece inalterado e inquestionável, dificultando ainda mais a aprendizagem dessa ciência.

Dentro desse contexto, o estudante não consegue enxergar a utilidade do conhecimento físico para sua vida e acaba, na maioria das vezes, por desinteressar-se pela disciplina e, conseqüentemente, apresenta um mau desempenho na mesma. Além disso, o mesmo não consegue diferenciar a física da matemática, formando a concepção de que aquela é apenas uma extensão dessa, como podemos verificar no trabalho de Ricardo e Freire (2007). Percebemos que os processos metodológicos comumente utilizados no ensino da física apresentam-se ineficazes para o alcance da aprendizagem significativa do sujeito, como propõem os documentos oficiais que regem a educação. Desse modo, o que pode ser feito para amenizar essa situação? Como proceder para, ao menos, tentar "remodelar" a concepção que os alunos do Ensino Médio têm a respeito da física?

Como sabemos, existem propostas educacionais que procuram auxiliar os professores na sua ação docente, de modo a orientá-lo na busca por um ensino mais consolidado e uma aprendizagem mais significativa para o estudante. A exemplo disso, temos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que constituem uma proposta curricular para Ensino Médio compreendendo uma nova forma de trabalhar os conteúdos desse nível de ensino. Os PCN

propõem que os conteúdos sejam trabalhados numa perspectiva interdisciplinar e primando sempre pela relação dos conteúdos com o cotidiano do aluno, de modo que possibilite ao educando o desenvolvimento de habilidades e competências que o auxiliem na sua formação enquanto cidadão atuante na sociedade e na sua própria vida.

Em síntese, vê-se que é extremamente necessária uma reavaliação dos processos metodológicos utilizados para o ensino da física, tendo em vista o quadro atual e as possíveis consequências que podem ser desenvolvidas no corpo estudantil, tal reavaliação é essencial para um ensino mais eficaz e consistente e, sobretudo, para uma aprendizagem significativa do educando, daí a necessidade e importância desse projeto.

## **2.1 Utilizando atividades experimentais no Ensino de Física**

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a experimentação deve ser utilizada durante o processo de ensino-aprendizagem da física, proporcionando conhecimentos físicos mais significativos, além de garantir o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos.

Batista (2009) ressalta a importância da atuação do professor como orientador e mediador dessas atividades experimentais, devendo ele fazer surgir dos alunos a problematização dos conteúdos, além disso, motivando, observando o comportamento deles, orientando e fazendo com que os alunos percebam na prática a aplicação dos conteúdos estudados e que tenham importância para o desenvolvimento das atividades. A esse respeito, o mesmo autor afirma:

A experimentação no ensino de Física não resume todo o processo investigativo no qual o aluno está envolvido na formação e desenvolvimento de conceitos científicos. Há de se considerar também que o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos é bastante complexo e envolve múltiplas dimensões, exigindo que o trabalho investigativo do aluno assumam várias formas que possibilitem o desencadeamento de distintas ações cognitivas, tais como: manipulação de materiais, questionamento, direito ao tateamento e ao erro, observação, expressão e comunicação, verificação das hipóteses levantadas. Podemos dizer que esse também é um trabalho de análise e de síntese, sem esquecer a imaginação e o encantamento inerentes às atividades investigativas (BATISTA, 2009).

Araújo e Abid (2003, p. 02), apontam que

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO e ADIB, 2003, p. 02).

Portanto, as atividades experimentais permitem a abertura de uma relação mais próxima entre professor e aluno, e com os próprios alunos entre si, o que contribui para o processo de ensino e aprendizagem da física, e a sua interação com o meio em que vive. Além disso, os experimentos permitem diminuir a abstração da física, mostrando a relação existente entre os conteúdos estudados e o cotidiano dos alunos. No entanto, para a realização destas atividades é imprescindível considerar os conhecimentos prévios dos discentes, para que se utilize uma prática metodológica adequada para a atividade que será proposta e, assim, possa atingir os objetivos almejados.

## **2.2 A História da Ciência no Ensino de Física**

Além da experimentação, uma outra maneira de trabalhar a contextualização da física é utilizando a História da Ciência a partir de episódios históricos, para que os alunos percebam a relação existente entre o conhecimento científico e os acontecimentos sociais, políticos e econômicos ao longo dos anos.

A esse respeito Alvim (2012, p. 3) menciona que

A ciência entendida como cultura não seria apenas um conjunto de saberes especializados, produtores de teorias e metodologias, mas uma construção humana sobre os fenômenos do mundo natural a partir de elementos de seu universo cultural, possuindo uma relação dialógica com a sociedade em que é produzida, pois a ciência sofre e exerce impactos sócio-político-econômicos e culturais na mesma. (ALVIM, 2012, p.3)

Desse modo, podemos observar o importante papel do uso da História das Ciências no Ensino de Física, visto que a vertente historiográfica suscita no educando uma visão reflexiva a respeito do papel que a ciência exerce na sociedade, do ponto de vista político, econômico e cultural, pois converge para os objetivos que se referem à formação cidadã e ao desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes. Assim, possibilita aos futuros cidadãos uma nova visão da ciência, enxergando-a como cultura humana, e favorecendo a tomada de decisão responsável, na medida em que revela a prática científica como algo intrinsecamente social e cultural, colaborando, portanto, para o alcance de uma cidadania efetiva através da ação social consciente.

### **3. METODOLOGIA**

O projeto “Um novo olhar para a Física: contextualização, experimentação e história da ciência no ensino” foi desenvolvido na ECIT Dr. Elpídio de Almeida, situada à Rua Duque de Caxias, 235 – Prata, Campina Grande - Paraíba e desenvolvido com 160 alunos de seis turmas do 2º ano do Ensino Médio Regular e Técnico, turno integral. Na escola estavam matriculados aproximadamente 900 alunos nos três turnos de funcionamento, divididos em: 30 turmas de Ensino Médio no turno integral, pertencentes ao Projeto Escola Cidadã Integral e Técnica (Cursos de Administração, Secretariado e Comércio) e turmas do Ensino Médio na modalidade EJA, no turno da noite.

Das seis turmas participantes do projeto, quatro eram do Ensino Regular e duas do Ensino Técnico, do curso de Administração. A faixa etária dos alunos participantes do projeto está compreendida entre 15 e 22 anos.

A presente pesquisa é de natureza quantitativa-qualitativa, pois este é o tipo de pesquisa que melhor se adequa à temática trabalhada. Desse modo, para que pudéssemos alcançar os objetivos propostos, inicialmente foi feito um pequeno recorte histórico sobre a relação que a física e a matemática mantiveram ao longo do tempo, através de uma pesquisa bibliográfica para obtermos um aporte teórico para a pesquisa. Essa primeira etapa da pesquisa, promoveu o entendimento de como as leis físicas eram expressas em cada época e também como a matemática foi “inserida” na física, ou melhor, como e porque se deu a quantificação dos fenômenos e leis físicas.

A segunda etapa da pesquisa, consistiu na elaboração e aplicação de um questionário inicial fechado para os alunos participantes da pesquisa (anexo A), para se ter um material que auxilie no desenvolvimento da pesquisa e nos seus resultados, com o intuito de identificar o interesse dos alunos pela disciplina de física e a sua percepção da diferença desta para a matemática.

**Figura 1** – Alunos respondendo o questionário inicial do projeto.



Fonte: Acervo Pessoal, 2019.

Após a constatação inicial dos alunos participantes da pesquisa sobre o modo como percebem a física, como estávamos estudando o conteúdo de calor, foi muito apropriado fazermos uma discussão sobre todo o processo histórico pelo qual perpassou a formulação desse conceito. Pudemos iniciar o debate desde os alquimistas (século III a.C.), que defendiam a ideia dos quatro elementos essenciais e da pedra filosofal, passando pelo advento da Revolução Industrial e do Iluminismo (meados do século XVIII), época na qual se defendia o calor como substância, definida de flogístico por alguns e calórico, por outros.

Transcorrendo todas essas épocas, chegamos ao conceito atual de calor que é definido como uma energia térmica. Isso foi possível, utilizando um episódio histórico acerca do tema (anexo C), fazendo os alunos perceberem a intrínseca relação da física com a história, com a indústria e com a sociedade como um todo, mostrando-os que a ciência é um conhecimento inacabado e em constante construção e aprimoramentos.

Após a leitura, discussão e debate em grupos, a respeito do episódio histórico, ocorreu a socialização do que compreenderam com os demais alunos da turma. Esse momento foi muito proveitoso, tendo em vista que houve o empenho de todos, aconteceu de maneira dinâmica e puderam socializar seu entendimento do texto, comparando com a compreensão dos colegas e, assim, fortalecendo a aprendizagem a respeito do tema.

**Figura 2** – Socialização do episódio histórico trabalhado.



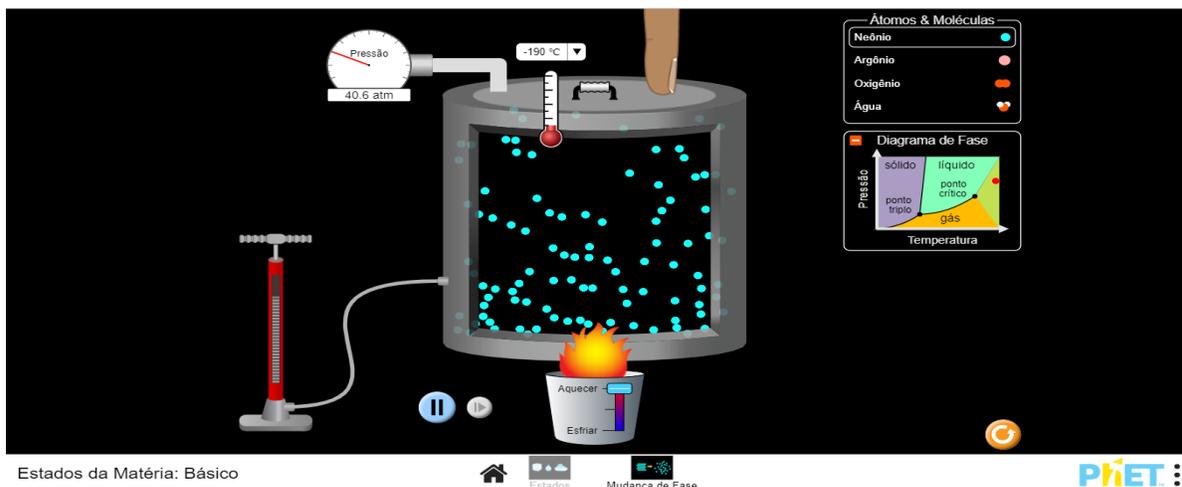
Fonte: Acervo Pessoal, 2019.

Após termos estudado os estados físicos da matéria, o diagrama de fases e as mudanças de estados físicos, tivemos um momento de inserção da tecnologia no ensino. Esta área que pode nos ajudar e muito no âmbito educacional, sobretudo no ensino de física, em que os alunos apresentam certa dificuldade de compreensão dos fenômenos, principalmente pela abstração que alguns deles apresentam.

Unindo a tecnologia, que todos os alunos usam e tem contato constante, com o conteúdo que estávamos estudando, foi a vez de usar simuladores, uma ferramenta muito eficiente para a compreensão dos conceitos trabalhados teoricamente. Como o próprio nome já diz, os simuladores nos permitem fazer simulações de situações experimentais diversas.

O simulador utilizado na aula foi o PHET, da Universidade do Colorado, que apresenta diversas simulações de Física, Matemática, Química e Biologia. De maneira específica, fizemos o uso do simulador “Estados da Matéria: Básico”, nele pudemos explorar vários conceitos e fenômenos, tais como temperatura, pressão, estados físicos da matéria, mudança de estados físicos, diagrama de fases, dentre outros.

**Figura 3** – Layout do simulador “Estados da Matéria: Básico”, utilizado em sala de aula.



Fonte: Simulador PHET, 2019.

Em seguida, partimos do virtual para o concreto. Após utilizar as tecnologias para o ensino, com os simuladores, fizemos experimentos relacionados ao estudo do calor, envolvendo conceitos como calor específico e capacidade térmica. Foram realizados três experimentos, que seguem descritos no roteiro das atividades experimentais (anexo D).

**Figura 4** – Material utilizado nos experimentos realizados.



Fonte: Acervo Pessoal, 2019.

Os experimentos não foram apenas demonstrativos, mas trabalhados em grupos e realizados pelos próprios protagonistas que o executaram de maneira muito satisfatória e se empenharam muito na atividade experimental.

**Figura 5** – Alunos executando o experimento sobre o calor, no laboratório da escola.



Fonte: Acervo Pessoal, 2019.

Após a realização da atividade experimental, os grupos discutiram as questões inerentes a cada experimento, podendo expor suas ideias e concepções acerca do que observaram, debater juntos e formular uma opinião que unificasse os pontos de vista de todos os membros.

Por fim, após trabalharmos essas aulas, aplicamos um questionário final com o intuito de realizar uma pesquisa após a execução do projeto (anexo B), para identificar a opinião dos alunos a respeito do mesmo, para que pudéssemos ter um feedback sobre aquilo que foi trabalhado e, principalmente, para verificarmos se a pesquisa contribuiu para a constituição de uma “nova visão da Física” pelos alunos, podendo perceber a eficácia do projeto, se o mesmo conseguiu cumprir com os objetivos propostos.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O questionário inicial da pesquisa apresentava seis questões, buscando identificar principalmente o interesse do aluno pela disciplina, a importância que essa disciplina tem para ele, se ele percebe a relação da física com o seu cotidiano, a sua maior dificuldade nessa disciplina e a diferença que percebe entre a física e a matemática.

Ao analisar as respostas do questionário inicial, tivemos os seguintes resultados. Na primeira questão, foi perguntado aos alunos se eles gostam de estudar física. Para esta pergunta

tivemos que 65% dos alunos responderam SIM, e os 35% restantes, responderam NÃO. Logo percebemos que a maioria dos alunos gosta de estudar física.

A segunda pergunta os questionava sobre a importância do ensino de física para eles. Observamos que para 58,5% dos alunos, a física tem MUITA IMPORTÂNCIA e para 41,5% dos alunos, a física tem POUCA IMPORTÂNCIA ou NENHUMA IMPORTÂNCIA.

Na terceira questão, perguntou-se aos alunos a diferença entre a física e a matemática. Como resultado desse questionamento, tivemos que 56,6% percebe que a diferença entre a Física e a Matemática se dá pela TEORIA, 19% disseram que a diferença são AS FÓRMULAS, 15% dos alunos NÃO SABEM a diferença entre ambas, 7,4% enxergam que a diferença está NA TEORIA E NAS FÓRMULAS e 2% dizem que NÃO TEM DIFERENÇA entre a física e a matemática. Esse resultado se mostra muito interessante por perceber que a maioria dos alunos coloca a diferença por um simples aspecto – a teoria – e, mais ainda, pela grande parcela dos alunos que não veem diferença entre elas.

A quarta questão tratava sobre como os alunos queriam aprender física. Como resultados, tivemos 40,6% dos alunos responderam que gostariam de aprender física na SALA COM EXPERIÊNCIAS e NO LABORATÓRIO, 33% responderam NA SALA COM EXPERIÊNCIAS, 20,8% responderam NO LABORATÓRIO, 1,9% responderam NA SALA DE AULA, NA SALA COM EXPERIÊNCIAS E NO LABORATÓRIO, a mesma porcentagem, 1,9%, responderam SALA DE AULA E SALA COM EXPERIÊNCIAS e os 1,8% restantes responderam NA SALA DE AULA. Aqui, observamos o grande interesse dos alunos em aprender física através de atividades experimentais e práticas, seja no laboratório ou na própria sala de aula.

A quinta pergunta os indagava se eles veem relação entre a física, o cotidiano e as tecnologias. Aqui tivemos como retorno dos alunos, 54,7% responderam que SIM, 35,8% responderam POUCA e os 9,5% restantes, responderam NÃO.

Por fim, a última questão perguntava aos alunos qual a maior dificuldade deles para aprender física, aqui tivemos respostas únicas, como também compostas. Dentre as opções de resposta tínhamos: 1- ENTENDER OS CÁLCULOS, 2- INTERPRETAR A TEORIA, 3- A FORMA COMO É TRABALHADA PELO PROFESSOR, 4- A RELAÇÃO ENTRE TEORIA E A PRÁTICA e 5- NENHUMA.

Como resultado para esta questão, obtemos 23,6% apenas a opção 2; 16% apenas a opção 1; 13,2% para as opções 1, 2 e 4; 11,3% para as opções 2 e 4; 9,4% apenas a opção 4; 7,5% para as opções 1 e 4; 5,7% apenas a opção 5; 5,7% para as opções 1 e 2; 3,8% para as opções 1, 2, 3 e 4; 0,95% para as opções 2 e 3; 0,95% para as opções 3 e 4; 0,95% para as opções 1 e 3; e, finalmente, 0,95% para as opções 1, 2 e 3. Portanto, percebemos que a maior parte dos alunos tem dificuldade na INTERPRETAÇÃO DA TEORIA e no ENTENDIMENTO DOS CÁLCULOS.

Para o questionário pós-execução do projeto, o qual foi aplicado a fim de que pudéssemos obter um retorno dos alunos com relação à execução do projeto, assim como uma forma de analisar a eficácia do mesmo, tivemos os resultados descritos a seguir.

A primeira questão do questionário pós-execução perguntava qual a opinião dos alunos sobre gostar de física, após a execução do projeto. Como resultado, tivemos que 79% GOSTAM e 21% NÃO GOSTAM.

A segunda questão tratava da importância do ensino de física para os alunos. Nesta, obtivemos 96% consideraram a física importante e apenas 4% não a consideraram importante. Aqui nota-se um aumento muito expressivo, comparando às respostas do questionário anterior.

Na terceira questão foi perguntado se o aluno conseguia, agora, ver diferença entre a física e a matemática. 87% responderam SIM, SÃO DIFERENTES, 9% responderam NÃO SEI e apenas 4% responderam NÃO TEM. Nota-se aqui, um dado significativo, a maioria dos alunos perceberam que há uma grande diferença entre a física e a matemática.

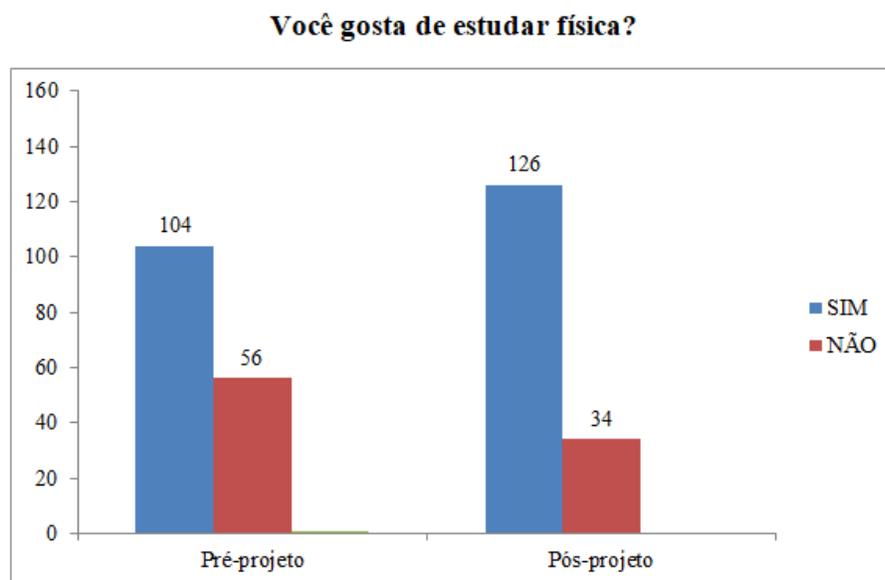
Na quarta questão, perguntou-se aos alunos se as intervenções realizadas pelo professor o ajudaram a entender melhor o conteúdo. A maioria dos alunos, 92%, respondeu que SIM, os 8% restantes responderam que NÃO.

A quinta questão perguntavam sobre a relação do conteúdo trabalhado com as tecnologias e o cotidiano. Nesse ponto, 48% responderam que SIM, 42% responderam que tem POUCA relação e os 10% restantes, responderam que NÃO tem relação.

A última pergunta os indagava se as aulas trabalhadas no projeto ajudaram a diminuir a dificuldade em física. Aqui tivemos 64% que afirmaram que SIM e 36% que disseram que NÃO.

Para uma melhor percepção e visualização dos resultados, a seguir trazemos as representações gráficas comparativas das duas principais perguntas dos questionários pré e pós-execução do projeto, a fim de que possamos fazer uma melhor análise sobre cada aspecto.

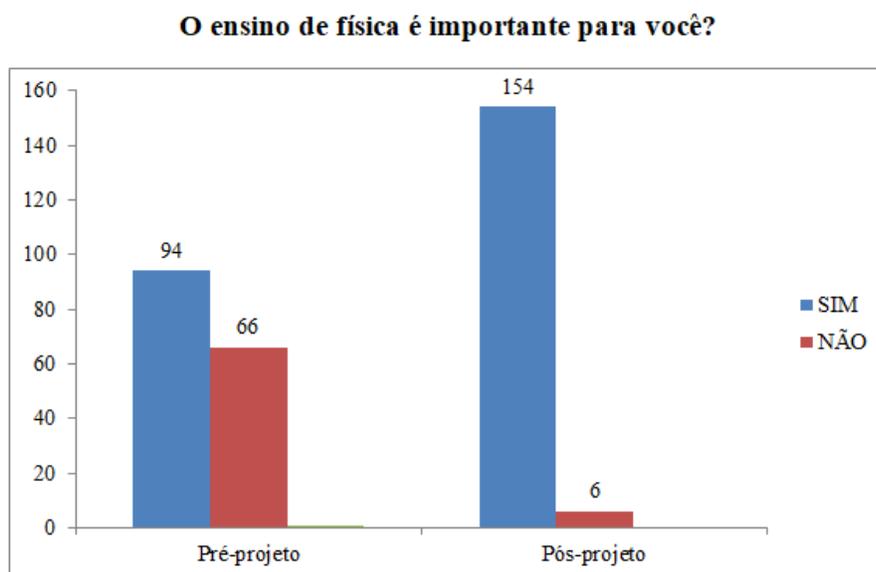
**Figura 6** – Representação gráfica dos resultados encontrados nos questionários pré e pós-projeto, sobre gostar de estudar física.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar as respostas dos alunos com relação à pergunta que tratava sobre gostar de estudar física, percebemos que no questionário pós-projeto houve um aumento considerável de 14% em relação ao questionário inicial, o que nos leva a inferir que as intervenções realizadas contribuíram para um maior interesse pela disciplina.

**Figura 7** – Representação gráfica dos resultados encontrados nos questionários pré e pós-projeto, sobre a importância de estudar física.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As respostas dessa questão trazem um aumento muito significativo, tendo em vista que após a execução do projeto, 96% dos alunos consideraram importante o ensino de física, o que configura um aumento de 37,5% em relação ao questionário inicial. Desse resultado, podemos notar que o aumento na percepção da importância do ensino de física para os alunos pode ter sido dado pela forma como as aulas foram trabalhadas, de maneira mais dinâmica e próxima à realidade e cotidiano dos estudantes, fazendo com que o conteúdo estudado tivesse relevância e aplicação prática para eles.

Portanto, a partir da análise dos questionários e das observações realizados pelo professor a partir da aplicação do projeto, podemos perceber que houve uma evolução qualitativa dos alunos na compreensão da diferença da física e da matemática, no gosto pela disciplina, diminuição das dificuldades, aumento do rendimento escolar e envolvimento efetivo na disciplina, mostrando, desse modo uma boa aceitação do projeto pelos alunos e uma importância considerável do mesmo, na abordagem de uma física menos abstrata e mais concreta para os alunos.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A execução do projeto “Um novo olhar para a Física: contextualização, experimentação e história da ciência no ensino” foi uma experiência extremamente válida e satisfatória, pois me possibilitou contribuir com uma aprendizagem mais significativa para os alunos. Especialmente tratando-se da física, uma disciplina que, em si, é um tanto abstrata, mas que está presente em tudo o que nos cerca.

Consideramos que todas as etapas planejadas no projeto foram cumpridas com êxito, assim como os objetivos propostos, dentre os quais se dá maior destaque à inovação no ensino de física, no “remodelamento” do olhar do aluno para a mesma, fazê-lo perceber que esta é uma disciplina que vai muito além da Matemática utilizada nela, uma de suas linguagens, que podemos aprender física de várias formas dinâmicas e interativas, usando as tecnologias e fazendo experiências, contrapondo a concepção de uma física pautada na memorização de equações e substituição de algarismos. E outro ponto essencial, que não poderia passar despercebido, utilizando a História da Ciência, como um artifício que revela as intrínsecas relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, desenvolvendo um espírito crítico nos alunos, contribuindo para a sua formação cidadã.

## REFERÊNCIAS

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **O conhecimento científico (cap.12)**. In.: *Temas de Filosofia*. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2000.

FLOLHAIS, Carlos. **Relação da Física com a Matemática: A propósito do Ano Mundial da Matemática**. Disponível em: <[http://nautilus.fis.uc.pt/personal/cfiolhais/extra/artigos/artletras\\_140600.htm](http://nautilus.fis.uc.pt/personal/cfiolhais/extra/artigos/artletras_140600.htm)>. Acesso em: 05 de março de 2019.

KARAM, R. A. S. **Matemática como estruturante e física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre matemática e física**. In: *VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2007, Florianópolis, SC. Anais do VI Enpec.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. **O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física**. In.: *Atas do EDUCERE: XII Congresso Nacional de Educação*. Disponível em: <[http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015\\_/18234\\_8366.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015_/18234_8366.pdf)>. Acesso em: 05 de março de 2019.

PEREIRA, A. B. B.; BEZERRA, C. J. S.; SILVA, O. **Uso da experimentação para o ensino de física: um relato de experiência na dilatação linear**. Disponível em: <<http://loos.prof.ufsc.br/files/2016/03/USO-DA-EXPERIMENTA%C3%87%C3%83O-PARA-O-ENSINO-DE-F%C3%8DSICA-UM-RELATO.pdf>>. Acesso em: 05 de março de 2019.

PIETROCOLA, Maurício. **A matemática como estruturante do conhecimento físico**. In: *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.19, n. 1, p. 88-108, agosto de 2002.

RICARDO, Elio C. ; FREIRE, Janaína C. A. . **A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório.** In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 251-266, junho de 2007.

SILVA, Marco Aurélio da. **Física e Matemática.** Disponível em: < <http://educador.brasil-escola.com/estrategias-ensino/fisica-matematica.htm> >. Acesso em 05 de março de 2019.

## ANEXOS

### ANEXO A – QUESTIONÁRIO INICIAL DO PROJETO, APLICADO AOS ALUNOS

SECRETARIA DE ESTADO  
DA EDUCAÇÃO E  
DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  **GOVERNO  
DA PARAÍBA**  **SEGUE  
o trabalho**  **ESCOLA  
CIDADÃ INTEGRAL**

**Escola Cidadã Integral Técnica Dr. Elpidio de Almeida**

Aluno (a): \_\_\_\_\_ Professor: Danilo Lima Turma: 2º ANO \_\_\_\_\_

**PROJETO: “UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO,  
EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO”**

**QUESTIONÁRIO INICIAL DO ALUNO**

1ª- Você gosta de estudar Física? ( ) Sim ( ) Não

2ª- Qual a importância do ensino da Física para você? ( ) Não tem ( ) Pouca ( ) Muita

3ª- Qual a diferença entre a Física e a Matemática? ( ) Não sei ( ) Não tem ( ) As fórmulas ( ) A teoria

4ª- Como você gostaria de estudar Física? ( ) Só na sala de aula ( ) Na sala com experiências ( ) No laboratório

5ª- A Física estudada na escola tem relação com seu cotidiano e suas tecnologias? ( ) Sim ( ) Pouca ( ) Não

6ª- Qual a sua maior dificuldade na disciplina Física? ( ) Entender os cálculos ( ) Interpretar a teoria  
( ) A relação entre a teoria e prática ( ) A forma como é trabalhada pelo professor

### ANEXO B – QUESTIONÁRIO FINAL, APLICADO AOS ALUNOS APÓS A EXECUÇÃO DO PROJETO

SECRETARIA DE ESTADO  
DA EDUCAÇÃO E  
DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  **GOVERNO  
DA PARAÍBA**  **SEGUE  
o trabalho**  **ESCOLA  
CIDADÃ INTEGRAL**

**Escola Cidadã Integral Técnica Dr. Elpidio de Almeida**

Aluno (a): \_\_\_\_\_ Professor: Danilo Lima Turma: 2º ANO \_\_\_\_\_

**PROJETO: “UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO,  
EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO”**

**QUESTIONÁRIO FINAL DO ALUNO**

1ª – Após as aulas trabalhadas no projeto, qual seria sua opinião sobre gostar da Física? ( ) Gosto ( ) Não gosto

2ª - Após as aulas trabalhadas no projeto, você vê importância no Ensino da Física? ( ) Sim ( ) Não

3ª – Você vê diferença entre a Física e a Matemática? ( ) Não sei ( ) Não tem ( ) Sim, são diferentes

4ª – As intervenções realizadas pelo professor de Física ajudaram a entender melhor o conteúdo? ( ) Sim ( ) Não

5ª – As aulas trabalhadas no projeto tiveram relação com seu cotidiano e com as tecnologias? ( ) Sim ( ) Pouca ( ) Não

6ª – As aulas trabalhadas no projeto ajudaram a diminuir sua (s) dificuldade (s) na disciplina de Física? ( ) Sim ( ) Não

## ANEXO C – EPISÓDIO HISTÓRICO SOBRE O CALOR

SECRETARIA DE ESTADO  
DA EDUCAÇÃO E  
DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA



GOVERNO  
DA PARAÍBA



SEGUE  
o trabalho



Escola Cidadã Integral Técnica Dr. Elpídio de Almeida

Aluno (a): \_\_\_\_\_ Professor: Danilo Lima Turma: 2º ANO \_\_\_\_\_

### PROJETO: “UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO”

#### EPISÓDIO HISTÓRICO SOBRE O CALOR

Adaptado por José Leandro de A. M. Costa Gomes

De: SILVA, FORATO e GOMES. *Concepções sobre a Natureza do Calor em Diferentes Contextos Históricos, no prelo.*

“O Século da Razão” trouxe muitas mudanças, desde o Iluminismo até a Revolução Industrial. Muitas foram as novidades trazidas pelo século XVIII. E não foi diferente com a ciência.

O surgimento de fábricas e indústrias em considerável número gerou grande demanda por combustíveis. Os principais combustíveis utilizados eram os carvões mineral e vegetal. Tais carvões agregam impurezas aos produtos, gerando perdas, e isto incentivou o financiamento de pesquisas sobre melhores combustíveis.

Para realização de pesquisas, estudos, experimentações, é necessário dinheiro. Muito do capital vinha das sociedades científicas, como a Royal Society de Londres, patrocinadas pela monarquia ou grupos de industriais, da qual muitos pensadores faziam parte.

Assim nasceram duas linhas de pensamento sobre a natureza do calor. O *flogístico*<sup>37</sup> e o *calórico*.

Influenciado pelos trabalhos de J. J. Becher (1635-1682), Georg Ernst Stahl (1669-1734), buscou compreender os fenômenos de combustão e calcinação. Denominando a substância responsável pelo Calor por *flogístico* (ou *flogisto*).

O *flogístico* de Stahl era o princípio ativo do fogo, sua força de ação. Não podia ser destruído e nem criado. Assim, nos processos de queima, o *flogístico* era liberado na atmosfera e se transformaria em fogo visível, nuvens e até raios. Dessa forma, o *flogístico* era eterno. Podia ser transferido de um corpo pra outro, quaisquer que sejam estes corpos, o que acabava explicando a razão de não acontecer queima no vácuo, pois, sem ar, o *flogístico* não poderia ser transferido do corpo para a atmosfera.

O fenômeno da calcinação<sup>38</sup> de metais se constituiria num problema para o *flogístico* de Stahl. Durante o processo, o *flogístico* é liberado do corpo, então os resíduos desse processo deveriam ser mais leves do

que o metal inicialmente utilizado, e isso não era observado na calcinação. Pelo contrário, os resíduos eram mais pesados que o metal inicial. Para explicar tal aumento de massa, Stahl propôs que o *flogístico* não possuiria massa ou teria um “peso negativo”. O “peso negativo” atuaria da seguinte forma: quanto mais *flogístico* o corpo possuísse mais leve este corpo seria. Portanto, quando liberado pelo processo de queima, o resíduo, sem o *flogístico* de “peso negativo”, se tornaria mais pesado. Entretanto, na combustão do carvão, o resíduo é bem mais leve que o carvão inicial. E, como o carvão queima facilmente, este deveria ser, pelo pensamento de Stahl, rico em *flogístico*. Portanto, seguindo a ideia do “peso negativo” atribuído ao *flogístico*, o carvão inicial deveria ser mais leve que seus resíduos da combustão. Talvez por essa contradição, a ideia da inexistência da massa tenha tido mais força entre os pensadores da época.

O Século da Razão também trouxe o Iluminismo e sua busca pela sociedade racional, na tentativa de reformá-la (ver figura 1). Na ciência, o Iluminismo buscava deixar de lado especulações e explicações atribuídas ao sobrenatural no estudo dos fenômenos. É a época em que a atitude racional e a experimentação ganham forte destaque.



Figura 1: Detalhe da capa da Encyclopédie, 1772. Cochin e Pré vost. Simbologia iluminista: ao centro e acima, A Verdade – intensamente iluminada. À direita, um pouco abaixo, A Razão e A Filosofia retiram o véu que impede de ver claramente a verdade.

Defensor aberto das ideias do *flogístico*, Joseph Priestley (1733-1784), teólogo e educador, desenvolveu estudos com os gases, construindo um equipamento com o qual podia misturar gases com água ou mercúrio, possibilitando o estudo das características dessas misturas (ver figura 2).



Figura 2: Aparato de experimentos com ar de Stephen Hales (1677-1761). Priestley usou uma versão modificada desse aparato para realizar experimentos com gases.

Priestley dava grande importância à experimentação, tomando-a como a forma ideal de compreender a natureza. Além disso, buscava relacionar seus estudos científicos com teologia. Priestley era pastor protestante, que se afastara do calvinismo durante sua formação por discordar de algumas ideias. Retoma seus estudos e se torna pastor, mas de uma linha diferente da usual, adotando a razão na interpretação das Sagradas Escrituras, clara influência dos ideais do Iluminismo.

Os experimentos de Priestley e a forma como os detalhava conferiram-lhe notoriedade na Europa e em sociedades científicas. À época dessas pesquisas, dois gases eram conhecidos: o *ar inflamável* (atual Hidrogênio) e o *ar fixo* (atual gás carbônico). O ar inflamável era necessário para queima dos materiais, enquanto que o ar fixo podia extinguir a vida em animais (ver figura 3).



Figura 3: Um Experimento com um Pássaro numa Bomba de Ar, pintura de Joseph Wright of Derby, 1768. Ao se retirar o ar da câmara do pássaro este morria.

O desenvolvimento de novos instrumentos e o aprimoramento dos já existentes, tornando-os mais precisos, chegara ao estudo do calor e da temperatura, ao final do século XVIII (ver figura 4). Diversos pensadores estavam relacionados com o estudo da natureza e ação do calor. A possibilidade de medir com certa precisão os graus de temperatura e sua variação durante os fenômenos, por meio do uso de escalas termométricas, trouxeram novos dados e ajudaram em vários esclarecimentos.



Figura 4: Termômetro do fim do século XVIII.

Assim foi com Joseph Black (1728-1799) e seus estudos sobre calor específico e calor latente, nos quais se pode encontrar a associação do calor com quantidade de algo.

Black estudou a relação entre as quantidades de matéria e de calor que era transferido para os corpos. Mesmo antes de Black já havia estudos e argumentos os quais buscavam esclarecimentos quanto à proporção entre as massas de corpos e o calor necessário para modificar a temperatura nesses corpos.

Vale ressaltar que, nesta época assim como em outras, o termo calor designava tanto calor como temperatura, sem haver a distinção entre tais conceitos como atualmente.

Black realizou experimentos com água e também mercúrio e fontes de calor e percebeu que, pondo mesmas quantidades de mercúrio e água, separadamente, numa mesma fonte de calor, o mercúrio tinha sua temperatura variada mais rapidamente. A este fato Black associou o termo "capacidade para a matéria do calor".

Usando esse mesmo argumento, Black analisou o que atualmente é conhecido como calores sensível e latente. Em seus trabalhos não fez relação dessa "matéria do calor" com o *flogístico*. Entretanto, pela descrição de suas características, percebe-se que se trata de outro fluido, podendo a "matéria do fogo" penetrar nos corpos e substâncias.

Por meio das traduções realizadas por sua esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836), Lavoisier sabia dos estudos realizados na Inglaterra (ver figura 5), e, ao que parece, Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) tomou conhecimento das ideias de Stahl por meio de Guillaume-François Rouelle (1703-1770), que fora seu professor na universidade.



Figura 5: Lavoisier e Paulze, pintura de Jacques-Louis David, 1788.

Lavoisier construiu aparelhos e realizou estudos com gases. Percebeu que tanto o fósforo quanto o enxofre (elemento químico, e não o princípio filosófico) ganhavam peso após o processo de queima. Realizando experimentos usando o minio<sup>39</sup> e carvão, percebeu que estes não liberavam qualquer ar conhecido quando aquecidos separadamente. Entretanto, aquecidos juntos produziam um fluido. Tal observação contrariava com a ideia de Stahl, para qual qualquer substância liberaria *flogístico* quando aquecida. E isso não era observado no caso do minio e do carvão aquecidos separadamente. Mas, juntas e aquecidas essas substâncias liberavam o que era chamado de "matéria do fogo e da luz".

Lavoisier questionava a explicação do *flogístico* quanto à massa menor dos resíduos dos metais após a calcinação. Não ficava satisfeito com a ideia de "peso negativo" do *flogístico*. Afinal, algo que é superleve procura se separar dos corpos e subir. Dessa forma, como o *flogístico* poderia fazer parte dos corpos que podem queimar? Além disso, uma substância que busca se separar dos corpos quebra a ideia de atração gravitacional entre os corpos. Assim sendo, como pode permanecer tal substância unida aos corpos e só deixá-los durante a combustão? E mais ainda, se esta substância não obedece à atração entre os corpos, então não pode ter afinidade por nenhum corpo, e, portanto, nem os corpos com facilidade de queimar poderiam conter e reter o *flogístico*.

Tendo refeito vários dos experimentos de outros pensadores da época, Lavoisier realizou a calcinação de metal dentro de um recipiente devidamente fechado, para garantir que a massa dentro do recipiente antes e depois do processo de calcinação fosse a mesma (ver figura 6). Partindo desse princípio, não haveria nem entrada e nem saída de *flogístico* do sistema. Lavoisier observou tal fato. Pesando o sistema recipiente + material (que sofre a calcinação) + ar (que deveria conter *flogístico*), antes e depois do processo, ele não observou alteração de peso. No entanto, quando pesou apenas o metal antes e depois da calcinação, verificou o aumento de peso desse metal. Num raciocínio direto, como o sistema estava isolado do ambiente, Lavoisier atribuiu o ganho de peso do metal à quantidade de ar que este absorveria durante a calcinação.



Figura 6: Laboratório de Lavoisier, Museu de Artes e Ofícios da França.

Dessa forma, Lavoisier chega à conclusão, após experimentos, de que o processo de combustão e calcinação eram reações químicas que ocorriam por causa de algo contido no ar. A esse algo Lavoisier deu o nome de *calórico*.

A capacidade de explicação dos fenômenos pela hipótese do *calórico* deu muita credibilidade aos trabalhos de Lavoisier, a ponto de Joseph Black deixar de lado o *flogístico*, adotando o *calórico* em seus estudos. Em 1791, Black envia uma carta para Lavoisier na qual admitia a superioridade do *calórico* na explicação dos fenômenos.

Entretanto, vários pensadores continuaram adeptos da ideia do *flogístico*, como foi o caso do Priestley que o defendeu até sua morte, em 1804.

Desde o financiamento até à formação religiosa e política dos pensadores, as necessidades sociais, religiosas, e as demandas tecnológicas influenciaram decisivamente os caminhos trilhados pelos pensadores em seus estudos.

Responda as questões de acordo com o que foi vivenciado em sala de aula e com o que há no texto:

- 1 - Como Stahl explicava a queima dos materiais?
- 2 - Quais foram os argumentos usados por Stahl para resolver o problema da maior massa dos resíduos após a calcinação? Esses argumentos foram aceitos sem questionamentos?
- 3 - Como o Iluminismo influenciou nos estudos científicos?
- 4 - Na maioria das vezes, quem financiava as pesquisas científicas?
- 5 - Em que medida a Revolução Industrial interferiu nos estudos científicos?
- 6 - A que conclusão chegou Black após seus estudos?
- 7 - Quais eram os questionamentos de Lavoisier contra o *flogístico* de Stahl?
- 8 - Após seus estudos, como Lavoisier explicou o aumento de massa dos resíduos da calcinação?
- 9 - Por que o *calórico* de Lavoisier teve mais credibilidade que o *flogístico*?
- 10 - Havia consenso entre os pensadores do século XVIII sobre o que era o calor e como ele agia na combustão e na calcinação?

## ANEXO D – ROTEIRO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS REALIZADAS

Escola Cidadã Integral Técnica Dr. Elpídio de Almeida

Alunos: \_\_\_\_\_ Professor: Danilo Lima Turma: 2º ANO \_\_\_\_\_

### PROJETO: “UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO”

#### ATIVIDADE EXPERIMENTAL “EXPERIMENTANDO O CALOR”

Vamos, agora, colocar a mão na massa! Vamos fazer experimentos práticos para visualizarmos e analisarmos, de maneira concreta, os conceitos estudados! Este momento será dividido em três experimentos, descritos a seguir.

##### Experimento 1

Reserve um cronômetro (pode ser o do celular). Numa panela qualquer, ponha 3 copos de água, 1 termômetro de laboratório (suficiente para medir temperaturas de 80°C) e coloque num fogão para que a água aqueça. Quando o termômetro registrar 50°C, desligue a chama do fogão e acione o cronômetro. Meça o tempo para que a água atinja 45°C e registre os instantes de cada 1°C diminuído, conforme as tabelas abaixo. Agora repita esse experimento, mas com apenas 2 copos de água.

##### 3 copos de água

Temperatura	Tempo
49°C	
48°C	
47°C	
46°C	
45°C	

##### 2 copos de água

Temperatura	Tempo
49°C	
48°C	
47°C	
46°C	
45°C	

##### Questões para discussão em grupo

1. Em qual das situações a água esfriou mais rápido? Por quê? Anote suas impressões e comentários.
2. O que faz com que quantidades diferentes de uma substância esfriem (ou aqueçam) em intervalos de tempos diferentes, mesmo se submetidas à mesma fonte de calor e atingirem a mesma temperatura?
3. Elabore um gráfico *Temperatura x tempo* para cada uma das tabelas acima.

##### Experimento 2

Reserve um cronômetro (pode ser o do celular). Numa panela qualquer, ponha 3 copos de água, 1 termômetro de laboratório (suficiente para medir temperaturas de 80°C) e coloque num fogão para que a água aqueça. Quando o termômetro registrar 50°C, desligue a chama do fogão e acione o cronômetro. Meça o tempo para que a água atinja 45°C e registre os instantes de cada 1°C diminuído, conforme as tabelas abaixo. Agora repita esse experimento, mas com 3 copos de vinagre.

##### Água

Temperatura	Tempo
49°C	
48°C	
47°C	
46°C	
45°C	

##### Vinagre

Temperatura	Tempo
49°C	
48°C	
47°C	
46°C	
45°C	

##### Questões para discussão em grupo

1. Os tempos medidos no resfriamento da água e do vinagre são iguais? Por quê? Anote suas impressões e comentários.
2. O que faz com que quantidades iguais de uma substâncias diferentes esfriem (ou aqueçam) em intervalos de tempos diferentes, mesmo se submetidas à mesma fonte de calor e atingirem a mesma temperatura?
3. Elabore um gráfico *Temperatura x tempo* para cada uma das tabelas acima.

**Experimento 3**

Reserve um cronômetro (pode ser o do celular). Numa panela qualquer, ponha 3 copos de água, 1 termômetro de laboratório (suficiente para medir temperaturas de 80°C) e coloque num fogão para que a água aqueça. Quando o termômetro registrar 50°C, desligue a chama do fogão e acione o cronômetro. Meça o tempo para que a água atinja 47°C e 44°C e registre os instantes, conforme a tabela abaixo.

**Água**

Temperatura	Tempo
47°C	
44°C	

**Questões para discussão em grupo**

1. Os tempos registrados são iguais? Por quê? Anote suas impressões e comentários.
2. Elabore um gráfico *Temperatura x tempo* para a tabela acima.