

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Nádia Vilela Pereira

**A EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA: uma proposta de ensino  
para a formação de professores em Física do IFTO – Campus  
Palmas**

Belo Horizonte

2014

Nádia Vilela Pereira

**A EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA: uma proposta de ensino para a formação de professores em Física do IFTO – Campus Palmas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Física.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lúcia M. L. P. Ribeiro de Oliveira

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P436e	<p>Pereira, Nádia Vilela</p> <p>A evolução das ideias da física: uma proposta de ensino para a formação de professores em física do IFTO – Campus Palmas / Nádia Vilela Pereira. Belo Horizonte, 2014.</p> <p>109 f.: il.</p> <p>Orientadora: Lídia M. L. P. Ribeiro de Oliveira</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.</p> <p>1. Física - Estudo e ensino. 2. Professores - Formação. 3. Ciência. 4. Ciência - História. I. Oliveira, Lídia M. L. P. Ribeiro de. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.</p> <p>SIB PUC MINAS</p> <p>CDU: 53:37.02</p>
-------	---



PUC Minas

**PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

**NÁDIA VILELA PEREIRA**

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lídia Maria L. P. Ribeiro de Oliveira – Orientadora – (PUC Minas)  
Doutorado em História, Filosofia e Educação – (UNICAMP)

Prof. Dr. Wolney Lobato – (PUC Minas)  
Doutorado em Ciências e História Natural – (UFMG)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rita de Cássia Liberato – (PUC Minas)  
Doutorado em Tratamento da Informação Espacial – (PUC Minas)

Belo Horizonte, 28 de agosto de 2014

Nádia Vilela Pereira

**A EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA: uma proposta de ensino para a formação de professores em Física do IFTO – Campus Palmas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Física

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lídia M. L. P. Ribeiro de Oliveira

Belo Horizonte

2014

## DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Roberto, meu verdadeiro companheiro nesta empreitada, sem cujo apoio este trabalho não teria sido possível.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus e a Maria, nossa Mãe, pela presença e força absoluta em todos os momentos.

Agradeço a meus pais, Ramiro e Nilza, por me ensinarem que as situações-limites não são barreiras intransponíveis e que poder ajudar as pessoas nos torna mais fortes para enfrentar os desafios da vida.

Agradeço a minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lúcia M. L. P. Ribeiro de Oliveira, pela dedicação e atenção constantes e por ter me mostrado, graças a sua experiência, novos rumos a seguir.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriana Gomes Dickman, por ter me escutado quando eu mais precisei, também por ter me apresentado os trabalhos do Prof. Me. Tomás Aquino Silveira e me indicado a leitura de sua dissertação.

Ao Prof. Me. Tomás Aquino Silveira, por sua gentileza e desprendimento em me ceder textos, questionários e outros tantos materiais, para serem aplicados em minha pesquisa.

Agradeço aos amigos José Ademar e Ruth, que me receberam em sua casa, em Belo Horizonte, com todo carinho, durante todo o ano de 2012, quando do cumprimento das disciplinas do mestrado.

Meus agradecimentos também aos colegas e amigos da turma 8, do mestrado profissional, principalmente à amiga Tânia Inácio de Oliveira, que sempre se mostrou companheira, nas minhas idas e vindas entre Palmas/TO e Belo Horizonte.

Aos companheiros da coordenação de Física do IFTO, Campus Palmas, que sempre me incentivaram, assumindo aulas a mais, a fim de que eu pudesse dispor de um maior tempo para me dedicar ao mestrado.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, me ajudaram durante esta minha caminhada.

Deus abençoe a todos!

## RESUMO

Os conceitos de Física sempre foram confrontados: alguns há anos e outros há séculos, e isso nos mostrou que poderiam ser substituídos por outros, que lhes fossem complementares ou considerados opostos às ideias aceitas pela maioria. Tais possibilidades não implicam numa descrença total, ou no descaso pelas teorias conhecidas, pois sabemos que elas constituem um modelo para o homem interagir de maneira racional com o universo. O que se quer enfatizar com a componente curricular “Evolução das Ideias da Física” é que não há e nunca houve verdades absolutas. O conflito é peculiar às teorias científicas: o surgimento de discordâncias internas é uma das características para se definir o que é Ciência. A Ciência se distingue pela generalização do conhecimento, embora sempre com algumas incompletudes ou imperfeições, pois, sem essas particularidades, a Ciência teria uma explicação final e se encerraria enquanto processo na busca pelo conhecimento. Este trabalho é uma proposta de material específico para o 7º (sétimo) período do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) Campus Palmas que, longe das construções biográficas (linhas de tempo) que se repetem continuamente nos livros, busca uma História da Física que mereça a atenção dos estudantes exatamente porque questiona os métodos e fatos, provoca interpretações e traz reflexões significativas para sua formação. Esta componente curricular também se propõe a contribuir positivamente na compreensão de outras componentes curriculares, proporcionando uma aprendizagem que seja relevante, começando através do conhecimento adquirido com ideias, conceitos e informações encontradas na História da Física.

**Palavras-chave:** Licenciatura em Física. História da Física. História da Ciência. Formação de professores. Evolução das Ideias da Física.

## ABSTRACT

The concepts in Physics have always been collated: some of them were compared years ago and some of them centuries ago. And that has shown that they could be substituted for others that would complement them or would be considered as opposite to the ideas accepted by the majority of people. Such possibilities do not imply that there is a total disbelief or a contempt about the known theories as it is understood that they constitute a model so that men can relate in a rational way with the Universe. What is intended to be emphasized with the discipline “The Evolution of the Ideas of Physics” is that there is not and there has never been absolute truth. The conflict is distinctive to the scientific theories: the emerging of internal disharmony is one of the characteristics to define what science is. Science distinguishes itself by the generalization of knowledge, although always with some incompleteness or shortcomings. This work is a proposal for a specific material for the 7th semester of the Physics Teaching Course of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO) Campus Palmas, that apart of the biographical constructions (timelines) that repeat themselves in a boring way in the books, seeks a Physics history that deserves the attention from the students, exactly because it debates the facts and methods, triggering interpretations and bringing about some significant reflections for their formation. This discipline contributed positively to the comprehension of other curriculum components, including the disciplines taught in previous semesters and the learning of the mentioned discipline is necessary and relevant for the acquisition of new knowledge within the amount of ideas and information that can be found in the history of Physics.

**Keywords:** Degree in Physics. History of Physics. History of Science. Teacher training, Development of ideas of Physics.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	A FÍSICA COMO PROCESSO HISTÓRICO.....	13
3	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA.....	22
4	FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA/ FÍSICA COMO VÍNCULO ESSENCIAL ENTRE O HOMEM E SUA FORMAÇÃO.....	29
5	RELATO DA EXPERIÊNCIA.....	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
	APÊNDICES.....	65
	APÊNDICE A - PREFÁCIO.....	66
	APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA PARA A COMPONENTE CURRICULAR EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA.....	68
	APÊNDICE C - FORMAS DE AVALIAÇÃO EMPREGADAS NA EIF..	93
	APÊNDICE D - QUESTIONÁRIOS - EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA.....	96
	APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA.....	105

## 1 INTRODUÇÃO

Pode-se traçar a História da Física a partir do momento em que a humanidade começou a ver e analisar os fenômenos naturais de modo racional, abandonando explicações místicas ou divinas, desvendando os mistérios da natureza a fim de nos fazer entender mais sobre a nossa relação com o mundo e o universo, de forma a mostrar que não existem teorias, postulados, paradigmas ou modelos absolutos sobre essa relação, sendo todos relativos e suscetíveis a novas descobertas e entendimentos.

Apresentamos aqui, o estudo de um método para se ministrar a disciplina Evolução das Ideias da Física (EIF) para alunos do 7º período do curso de Licenciatura em Física do IFTO Campus Palmas.

O curso de Licenciatura em Física, modalidade presencial do IFTO Campus Palmas foi implantado no segundo semestre de 2009, atendendo às exigências do Conselho Nacional de Educação, dispostas na resolução CNE/CP nº 01/2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de Licenciatura, graduação plena; e CNE/CP nº 02/2002, que institui a duração e a carga horária mínima dos cursos de Licenciatura, graduação plena; os pareceres do CNE/CP nº 09/2001, nº 27/2001 e nº 28/2001, bem como a Resolução CNE/CES nº 09/2002 e o Parecer CNE/CP nº 1.304/2001, que instituem as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de Física.

Possui matriz curricular organizada por disciplinas em regime de créditos, com uma carga horária total de até 3.380 horas (contando com as disciplinas optativas), com duração de três anos e meio, distribuída em sete semestres.

O projeto pedagógico do curso superior de Licenciatura Plena em Física (PPC) apresenta como marco desta proposta a compreensão da educação como prática social, a qual se materializa na função social dos Institutos Federais de promover educação gratuita e de qualidade, visando à formação de um profissional ciente de seus deveres e zeloso de seus direitos de cidadão: cidadão competente técnica e eticamente, comprometido com as transformações sociais, políticas e culturais.

Nesta perspectiva, o curso visa à formação ampla do professor, buscando a integração entre os conhecimentos didáticos, pedagógicos e científicos específicos da Física, em harmonia com o mundo atual, respeitando as mudanças de paradigmas, o

contexto socioeconômico e as novas tecnologias que exigem do professor a realização um novo fazer pedagógico.

Portanto, a proposta do curso é formar um profissional que esteja em sintonia com a produção científica, que consiga dialogar com os diversos campos conceituais, que saiba relacionar os conceitos físicos com os aspectos da moderna tecnologia e que consiga utilizar os contextos socioeconômicos para construir suas práticas educativas.

Evolução das Ideias da Física é uma disciplina obrigatória para o Curso de Licenciatura em Física do IFTO Campus Palmas, possui carga horária de 60 horas, distribuída em três aulas semanais, e se propõe a estudar a evolução dos conceitos fundamentais da Física a partir dos pontos de vista epistemológico e histórico, desde a antiguidade até os dias atuais. Desse modo,

[...] explica toda manifestação existencial do homem pelo processo de sua origem, de sua formação histórica, a partir das condições objetivas do ser que a produz, das necessidades e funções que possui e das relações com a natureza circunstante (PINTO, 1979, p. 121).

**Quadro 1 – Componentes curriculares do 7º período  
(Licenciatura em Física - IFTO)**

Estatística	40	20	60	3	Análise Combinatória e Probabilidade
Tópicos de Física Contemporânea	40	20	60	3	
Introdução à Física do Estado Sólido	80		80	4	Física Moderna (Optativa)
Introdução à Astronomia	40	20	60	3	
Evolução das Ideias da Física	40	20	60	3	
TCC	40	20	60	3	Integralização do 6º Semestre
ESTAGIO IV - 100Horas	20	80	100	5	Estágio III
<b>TOTAIS</b>	<b>300</b>	<b>180</b>	<b>480</b>	<b>24</b>	

Fonte: PPC do curso de Licenciatura em Física do IFTO Campus Palmas.

Ao assumir a componente curricular Evolução das Ideias da Física, temos por objetivo proporcionar ao discente dessa graduação – Licenciatura em Física – uma visão mais real, autêntica e crítica dos conceitos de Física, através do estudo da história de suas ideias, de suas origens e de sua evolução, destacando os momentos de impasse e as revoluções científicas associadas a eles, possibilitando

um entendimento da Ciência como uma construção humana, contribuindo para a reflexão de sua importância e as implicações de suas ideias no mundo e como agente indispensável à formação de futuros professores de Física.

As aulas ao longo de cada período serão descritas em detalhes, destacando-se:

1. O conteúdo ministrado, mostrando a evolução dos conceitos fundamentais da Física dos pontos de vista epistemológico e histórico, desde a antiguidade até os dias atuais.
2. A metodologia, com textos para leitura, reflexão e discussão e ainda a apresentação de filmes, séries e slides.
3. A avaliação, com aplicação de questionários – cedidos gentilmente pelo Prof. Me. Tomás Aquino Silveira – com pequenas modificações, apresentação de artigos e sessões coordenadas.
4. Não é exigida em nosso curso uma prova final – será adotada a apresentação de artigos como avaliação final.

Este trabalho pretende abordar a questão da importância do estudo da História da Física na formação de professores desta área de conhecimento, propondo um material específico que mostre todos os aspectos da evolução de suas ideias e o estudo do processo histórico de construção de seus conceitos revelando a lógica do pensamento dessa Ciência e a sua própria natureza.

A Ciência não é apenas uma coleção de leis, um catálogo de fatos não relacionados entre si. É uma criação da mente humana, com seus conceitos e ideias livremente inventadas. As teorias tentam formar um quadro da realidade e estabelecer sua conexão com o amplo mundo das impressões sensoriais. Assim, a única justificativa para as nossas estruturas mentais é se e de que maneira as nossas teorias formam tal elo. (EINSTEIN & INFELD, 2008, p. 241).

A Ciência tem a característica de estar sempre em transformação, um vir a ser, que a torna sempre inacabada, incompleta, pois há sempre a possibilidade de uma análise mais recente do mesmo objeto sob um novo e ainda inexplorado ângulo. Em nossa grande história de mistério não há problemas resolvidos e solucionados para sempre (EINSTEIN & INFELD, 2008, p. 13). Portanto, a investigação histórica pode e deve ser um elo entre a evolução do homem em

sociedade e a evolução da Ciência que o homem constrói.

A exigência de uma história da Física na formação do professor que cursa licenciatura nessa área motivou a investigação da prática pedagógica dessa professora, da busca de um conhecimento histórico (que não possuíamos), para que pudéssemos ter uma maior e melhor compreensão da evolução dos conceitos e ideias da Física e suas relações com a aprendizagem desse conteúdo.

Em nosso entendimento, o curso de licenciatura, qualquer que seja ele, deve sempre cuidar para que futuros professores compreendam a estrutura e a evolução da disciplina que será a base de sua formação, no nosso caso, a Física.

Entendemos, também, que o conhecimento da História da Física possui um talento ainda pouco explorado em nossas licenciaturas: o de provocar uma transformação na compreensão das relações entre a Ciência e a sociedade; entre a Ciência e outros saberes.

Portanto, nos atrevemos a afirmar que só é possível entender as condições e as consequências de um fato histórico – por exemplo, o pensamento e trabalho de Newton (século XVIII), qual sua influência na Literatura, nas Artes, no mundo como um todo – com o estudo da história de uma Ciência, porque esse estudo pode mostrar a marca permanente que uma teoria pode ocasionar no meio em que ela surgiu e, reciprocamente, trazer à tona as influências culturais sobre o desenvolvimento do conhecimento científico.

A evolução das ideias de uma Ciência é fator importante para a formação do professor de Ciências e para a prática do ensino da disciplina de sua formação.

## 2 A FÍSICA COMO PROCESSO HISTÓRICO

A educação pode ser entendida como o processo pelo qual são transmitidos aos indivíduos conhecimentos e atitudes necessárias para que eles tenham condições de se integrar à sociedade. Essa integração não significa apenas o domínio puro e simples dos conhecimentos, mas, sim, o seu entendimento, também sob o ponto de vista filosófico, no qual educação e sociedade estão vinculadas, uma influenciando a outra.

Entender a Física como um processo histórico – os aspectos do seu desenvolvimento, as implicações de sua evolução – reconhecendo sua influência no dimensionamento do contexto cultural, social, político e econômico do mundo moderno, compreendendo os fundamentos das tecnologias e processos produtivos modernos, as técnicas, os princípios científicos e as relações entre leis científicas e a natureza, é o propósito e a finalidade a serem alcançados.

Compreender a Física como uma linguagem da Ciência, é, portanto, uma forma de expressão do pensamento que nos permite identificar seus conceitos fundamentais conforme seu desenvolvimento histórico, promovendo o conhecimento físico como construção e manifestação da cultura humana.

A discussão do papel da Física no processo histórico sugere o desenvolvimento de uma ética de atuação profissional e, conseqüentemente, uma responsabilidade social do estudante de Licenciatura em Física e futuro professor.

A componente curricular foi ministrada pela primeira vez, tanto no curso quanto pela autora, no segundo semestre do ano letivo de 2012 (sétimo e último semestre), com um total de três alunos, formandos da primeira turma de Licenciatura em Física do IFTO Campus Palmas.

A História da Ciência mostra-se, ao nosso modo de ver, como elemento desafiador, motivador e integrador no processo de construção do conhecimento científico por parte do aluno. A evolução de teorias científicas está estreitamente ligada à evolução das ideias filosóficas, sociais, políticas, religiosas, enfim, está ligada à própria cultura da qual ele faz parte. No entanto, que história é essa? Como associar o estudo da História da Ciência com os aspectos pedagógicos e de conhecimentos específicos no processo de formação de professores de Física?

A História da Ciência pode e deve servir como fonte de inspiração no ensino de Física. Saber que várias Ciências se entrelaçam com resultados férteis e, por

vezes, surpreendentes terá decerto um efeito pedagógico forte sobre o discente e futuro docente de licenciatura em Física.

Ao descobrirem a História da Ciência, os alunos constatarão que a Ciência é uma construção humana, feita com muito esforço ao longo dos tempos e não algo caído do céu inesperadamente, que as leis naturais não foram fornecidas aos humanos de modo “sobrenatural e divino”, nem já estavam escritas, mas sim, foram sendo escritas por eles, conjugando diferentes saberes para responder a sucessivas questões. Entenderão melhor a natureza da Ciência como uma luta continuada contra o erro e perceberão que é muito maior o que une a metodologia e a prática das várias Ciências do que aquilo que as divide. Entenderão ainda que as barreiras entre as várias disciplinas científicas podem ser transpostas com óbvios benefícios para todos.

Esta História, obviamente, não se deu da noite para o dia, mas produziu incontáveis conquistas tecnológicas, humanas e econômicas que transformaram para sempre a face do planeta em que vivemos.

Porém, o que vemos presente hoje na sala de aula é uma divisão dos saberes e aliado a este fato, onde somente o conteúdo está implicado, nota-se um empobrecimento da linguagem da Ciência.

Podemos notar esta divisão de saberes na construção dos currículos escolares. Por melhores que sejam, embasados em teorias educacionais progressistas, o que se vê no ensino é um somatório de objetivos que aniquila a possibilidade de construção do conhecimento. O que temos visto, e não raramente, são ciências sendo apreendidas como dados e não como uma possibilidade de construção e integração com as necessidades do ser humano. Assim, currículos acabam sendo relidos, quando muito, sob a ótica de uma Ciência como descoberta, onde sua essência é reduzida quase a uma crença no sentido de uma verdade absoluta, imutável.

Conscientes desse problema, buscamos, portanto, integrar ações para um ensino de Ciências que habilite competências durante o período de formação do futuro professor de Física, aliado a um incentivo de práticas que sejam flexíveis ao currículo do curso de Licenciatura em Física do IFTO Campus Palmas.

O conteúdo programático contempla: a Ciência na Antiguidade; a Física na Idade Média; a Nova Astronomia; a evolução das ideias sobre “os sistemas do mundo” em Aristóteles, Copérnico, Galileu e Kepler, as implicações do movimento da

Terra na mecânica de Galileu; Bacon, Descartes e Huygens; revolução Copernicana; Newton e a visão mecanicista da natureza; mecânica pós-newtoniana; Energia, Calor e Entropia; Teoria Eletromagnética: os aspectos da história do eletromagnetismo: Faraday e Maxwell; Teoria da Relatividade Restrita; o nascimento da Física Moderna; a Mecânica Quântica e suas várias interpretações e as implicações e concepções da história e epistemologia da Física para o ensino.

Queremos fazer uma proposta que atenda às necessidades da instituição, atendendo também às necessidades dos alunos. Ao fazermos uma opção pedagógica pela historicidade da Física e por sua contextualização em sala de aula, estamos optando por uma tarefa difícil e árdua, mas promissora.

A disciplina “Evolução das Ideias da Física” é muito diferente de tudo aquilo que ministramos durante todo esse tempo que estamos sala de aula. É, portanto uma proposta ousada e desafiadora, que nos levou a caminhos totalmente novos, conduzindo-nos a descobertas e “novidades” que não sabíamos existir.

Esperamos que, a partir dessa proposta, todos aqueles que venham a abraçar o curso de Licenciatura em Física possam se tornar professores que se empenhem em trazer para o ensino da disciplina um pouco mais de sua dimensão histórica, com todas as dificuldades e percalços que possam caracterizar essa jornada, pois o conhecimento é um processo social e histórico que participa da evolução do homem, onde cada indivíduo, inserido num determinado espaço-tempo, atua como sujeito produtor de conhecimentos.

Estudar a “Evolução das Ideias da Física” pode e deve motivar o estudante a se envolver com uma Ciência mais realista, dinâmica, criativa e em constante transformação. Uma Ciência que busca soluções para os problemas propostos, que se baseia no conflito de ideias e nas incertezas que sempre acompanham o curso de uma renovação conceitual, uma Ciência muito diferente daquela que se encontra nos manuais didáticos, que se deixa conhecer apenas pelos seus resultados.

A História é dependente de quem a interpreta. Longe de ser um observador neutro, quem a interpreta tem suas convicções teóricas sobre os assuntos abordados, o que amplia e diversifica ainda mais os caminhos. É a partir dos seus conhecimentos, de suas concepções epistemológicas e de suas observações e interpretações que o professor de Física leva a história da sua Ciência para a sala de aula, admitindo-se que por entre as várias opções e possibilidades, surjam sequências históricas com significado lógico, apropriadas ao nível de ensino a que

se destina que gerem condições para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, ou seja, uma aprendizagem com significado lógico e um processo através do qual uma nova informação possa ser relacionada de forma não arbitrária e substantiva a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL, 2003).

A construção de valores teóricos reforça a participação e as experiências do aluno: a compreensão do conhecimento em seu sentido mais amplo pode dar-lhe a oportunidade de vivências diferenciadas, atribuindo significado àquilo que é aprendido, não simplesmente praticando a memorização de um conteúdo sem sentido.

Estando a disciplina “Evolução das Ideias da Física” situada ao final da grade curricular, espera-se que os conceitos físicos disponíveis na estrutura cognitiva do estudante sirvam para seu envolvimento não apenas com os produtos dessa Ciência, mas também com os processos relativos à origem das teorias.

Um dos maiores trabalhos dessa professora consistiu, portanto, em auxiliar o estudante a assimilar a estrutura da disciplina e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a construção de novos significados.

A História e a Filosofia da Física podem promover uma alfabetização cultural do indivíduo, afinal, Física também é cultura, como enfatiza João Zanetic (2005).

Sendo assim, a História da Física deve e pode despertar no aluno uma visão coerente da natureza, fazendo-o adotar uma atitude científica em relação aos problemas físicos e do mundo, utilizando-a como instrumento de formação intelectual e de assimilação de conceitos, orientando-o na investigação de fatos, revendo conceitos, revelando os ingredientes, lógicos ou empíricos, que foram realmente importantes no processo de criação intelectual e histórico.

Neste caso, precisamos olhar a História e Filosofia da Ciência para entendermos como a Física se insere no cotidiano, como gera tecnologia e como se relaciona com outras atividades humanas.

A revolução científica do século XVII tem na Física a manifestação que mais alterou a relação humana com o mundo. A mutação ontológica e epistemológica que então se verificou merece um estudo atento. É importante fazer esse estudo porque entendê-lo é adquirir ferramentas conceituais mais sólidas para compreender o que a Física foi depois disso, o que a Física é nos dias de hoje e antever o que a Física poderá ser no futuro próximo.

Após a revolução científica do século XVII, a Física nunca foi uma tranquila área do saber: foi palco de vários embates científico-filosóficos: no século XIII, ela ganhou nova forma caracterizada pela representação matemática dos fenômenos naturais e no século XIX, a eletricidade e o magnetismo sofreram importante avanço e o século XX, verificamos que se trata de um século em que a discussão sobre os seus fundamentos filosóficos foi das mais acesas.

É importante analisar a profunda relação entre os problemas fundamentais com que se debateu a Física ao longo do século XX e a evolução do pensamento epistemológico durante esse mesmo século. É possível reconhecer aquilo a que poderemos chamar de redundância entre certas correntes epistemológicas e a origem e evolução das duas principais teorias físicas construídas no início desse século: a Mecânica Quântica e a Relatividade Restrita.

O principal objetivo da disciplina é proporcionar ao aluno de Licenciatura uma visão crítica acerca das origens do conhecimento científico através do estudo da evolução das ideias e da filosofia da Física, buscando as implicações destas concepções para o ensino da Física e que devem fazer parte da formação daqueles que pretendem conhecer com rigor o terreno onde pisarão e a disciplina que vão ensinar. Temos como alvo todos os alunos (e futuros professores) do IFTO – Campus Palmas, complementando a formação adquirida no curso de Licenciatura em Física.

Fizemos uma abordagem onde o entendimento do processo de construção da Ciência se dá a partir do estabelecimento de um diálogo com o contexto da época em que a teoria científica em questão foi construída. É uma abordagem que possibilitará aos futuros professores uma formação diferenciada e mais sólida sobre os conteúdos, conduzindo o estudo da Ciência através de um viés que permitira aos licenciados compreender que o conhecimento científico faz parte da cultura da humanidade, numa relação harmônica de constante diálogo com outras áreas do conhecimento humano. Dessa forma, eles ganharão familiaridade com uma abordagem interdisciplinar, capaz de capacitá-los a compreender o conhecimento científico e, particularmente, o físico.

Como afirma o físico Max Jammer no prefácio de seu livro “Conceito de Espaço – A História das Teorias do Espaço na Física”:

[...] o estudo da história do pensamento científico é essencial à plena

compreensão das diversas facetas e conquistas da cultura moderna. Não se chega a essa compreensão percorrendo sobre problemas da prioridade na história das descobertas, os pormenores da cronologia das invenções ou mesmo a justaposição de todas as histórias de cada Ciência em particular. É a história do pensamento científico, em sua perspectiva mais ampla, cotejada com o pano de fundo cultural da época, que tem importância decisiva para a mente moderna. (JAMMER, 2010, p. 13).

A História da Ciência, especialmente a da Física, desempenha um papel importante quando se propõe a ajudar o estudante a entender a natureza do conhecimento científico, mostrando que a atividade científica faz parte da atividade humana e não meramente fruto de mentes privilegiadas.

Entender a Ciência como uma atividade humana socialmente construída pode permitir uma compreensão mais ampla de seu papel na sociedade contemporânea, mas também pode exigir uma reflexão crítica dos argumentos que permeiam seu ensino. Além dos problemas normalmente apontados pela literatura, como as abordagens históricas insuficientes e/ou distorcidas que ainda prevalecem na maioria dos materiais didáticos, outros aspectos devem ser considerados na construção dos saberes escolares: a busca pela coerência entre uma visão da construção da Ciência e os pressupostos que guiam a elaboração dos saberes escolares e seus processos de ensino/ aprendizagem.

O problema não é a quantidade, é a qualidade. Assim como existem professores improvisados de história da ciência, há os escritores improvisados de história da ciência. São pessoas sem treino na área, que se baseiam em obras não especializadas (livros escritos por outros autores improvisados), juntam com informações que obtiveram em jornais, enciclopédias e na Internet, misturam tudo no liquidificador (ou no computador) e servem ao leitor desavisado. As obras que resultam desse “esforço” transmitem não apenas informações históricas erradas, mas deturpam totalmente a própria natureza da ciência. Em vez de ajudar a corrigir a visão popular equivocada a respeito de como se dá o desenvolvimento científico, esses livros e artigos contribuem para reforçar mitos daninhos a respeito dos “grandes gênios”, sobre as descobertas repentinas que ocorrem por acaso, e outros erros graves a respeito da natureza da ciência. Os equívocos se propagam através das revistas científicas populares, dos jornais, da televisão, da Internet, penetram na sala de aula, são aprendidos e repetidos por outras pessoas. Os autores de livros científicos didáticos, geralmente com a melhor das intenções,

introduzem em suas obras uma série de informações sobre história da ciência – em geral, também, completamente errôneas. (MARTINS, Roberto de Andrade. A história das ciências e seus usos na educação. Introdução do livro “*Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*”, Cibelle Celestino Silva, 2006).

Pretendemos apresentar um material que esteja de acordo com as necessidades de nosso curso de Licenciatura em Física, em nossa região (região norte, onde se situa Palmas/TO) e em nossa Instituição (IFTO Campus Palmas), que é pública e gratuita.

Nossa intenção é tornar a disciplina o mais interessante possível: a mesma é ministrada no último período do curso, quando os alunos já estão em pleno desenvolvimento de TCC e com preocupações maiores do que simplesmente cursar mais uma disciplina para completar o semestre e o curso.

Queremos mostrar aos nossos licenciandos a fundamental importância desse conteúdo em sua formação como professor de Física e despertar neles a vontade e a necessidade de utilizar o seu conhecimento em História da Ciência/ Física, ao ministrar aulas no ensino básico, como forma de aproximar os estudantes dessa fase de ensino de um conteúdo que é sempre considerado muito difícil e fora da realidade cotidiana dos estudantes.

Queremos também que tratem a História da Física como um “organizador prévio”, ou seja, um material introdutório apresentado antes do material de aprendizagem em si.

Um organizador prévio é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber, caso necessite de apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita. (AUSUBEL, 2003, p. 11).

O conteúdo da disciplina deverá contemplar:

- a) Origem e justificativa do conhecimento (dos antigos gregos à atualidade);
- b) Discussão dos principais períodos históricos de desenvolvimento da Física (Aristotelismo, Física medieval, a Física de Copérnico, Kepler, Galileu, Descartes),
- c) Newton e a Física do Século XX;
- d) Epistemologias do Século XX;

e) Concepções de ensino-aprendizagem e as implicações da história e epistemologia da Física para o ensino.

Guiamo-nos através das aulas e dos questionários apresentados pelo professor Mestre Tomás Aquino da Silveira em sua dissertação “Evolução das Ideias da Física para alunos iniciantes de Licenciatura em Física”. Ao contrário da proposta do professor, elaborada para uma instituição privada e para alunos dos primeiros períodos, a nossa destina-se a uma instituição pública e gratuita e para alunos de último período, mas em qualquer uma delas percebe-se o mesmo caminho a ser buscado: a evolução das ideias da Física e seu processo histórico na formação dos docentes em Física.

Foram ministradas vinte (20) aulas, para um total de sessenta horas no semestre, com três aulas semanais, sendo utilizados os questionários elaborados pelo professor Tomás, com algumas modificações e aprofundamentos, que entendemos necessários, por se tratar de um período que finaliza o curso de licenciatura, no qual pressupomos que os alunos já tenham um desenvolvimento cognitivo e intelectual adquirido ao longo do curso.

Foi usado como literatura de apoio o livro “Origens e Evolução as Ideias da Física” organizado por José Fernando Rocha e mais cinco autores, da editora EDUFBA, que é o indicado em nosso PPC.

Nossa abordagem foi qualitativa: não temos como avaliar quantitativamente, pois a turma do 7º período (último semestre do curso), com a qual trabalhamos, tinha um total de três alunos.

Os estudos feitos envolveram tanto a descrição quanto a interpretação, mas o objetivo principal foi usar os dados para avaliar o mérito da prática a ser utilizada em nosso curso de Licenciatura em Física.

A disciplina de EIF e as estratégias de ensino aqui descritas e utilizadas em seu desenvolvimento têm por objetivo apresentar um novo entendimento da nossa realidade, propiciar aos nossos futuros professores de Física novas visões da natureza da Ciência para que eles possam identificar as suas matrizes epistemológicas (e pedagógicas) e analisar o grau de consciência das mesmas, ajudando-os a se tornarem profissionais melhores e mais reflexivos.

Nossa proposta aborda a História da Física, desde os seus primórdios, da Grécia antiga até o século XX:

a) a Física aristotélica;

- b) as ideias de Kepler e Galileu;
- c) a Física e cosmologia de Descartes;
- d) as leis e a gravitação de Newton;
- e) a Termodinâmica;
- f) Eletricidade e Magnetismo e a união dos dois: o Eletromagnetismo;
- g) a Teoria Quântica e relatividade einsteiniana.

### 3 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Quando demos início a este trabalho, tínhamos toda nossa atenção centrada em Thomas S. Kuhn (1922-1996), físico e historiador americano, que publicou em 1962 o livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, e que, no decorrer dos últimos quarenta anos, tem exercido uma enorme influência sobre a prática dos historiadores da Ciência. Neste livro, o autor cria quatro conceitos básicos, que muito influenciaram o conceito ou “pré-conceito” daquilo que entendíamos por “História da Física”. São eles: comunidade científica e consenso, paradigma, Ciência Normal e Revolução Científica:

- a) a comunidade científica é o conjunto dos cientistas, profissionais empenhados na prática científica e no seu ensino. É uma comunidade que “organizadamente”, define o seu quadro conceitual para entender a natureza, e este deverá ser comum a todos os seus membros e aceito por consenso entre seus integrantes;
- b) no estudo dos fenômenos naturais, um ou mais cientistas estabelecem novos conceitos, novos métodos, novas teorias que se revelam fortemente promissoras na explicação dos fenômenos em causa: é o surgimento do paradigma e seu êxito está condicionado ao sucesso que oferecerá na explicação de um determinado grupo de fenômenos. O paradigma impõe-se a toda a comunidade científica como a chave na explicação das observações e experiências e também pela sua capacidade em resolver novos problemas que surgem. Ele é aceito consensualmente;
- c) os problemas científicos transformam-se assim em enigmas que a comunidade científica vai pacientemente procurando resolver dentro do quadro do paradigma aceito. É o período da Ciência normal, onde reina a tranquilidade teórica e é de grande importância no amadurecimento histórico da Ciência;
- d) quando determinados fenômenos resistem à explicação conforme o paradigma vigente, este começa a se revelar como uma fonte de problemas e contradições. Surge então a necessidade de uma ruptura paradigmática: é a revolução científica, que dá origem, então, a novos paradigmas. Há uma

quebra na conformidade, mas a comunidade científica resiste à mudança, é um período de crise, sem consenso e com debates fortemente polêmicos que correspondem à afirmação, e conseqüente aceitação, e um novo paradigma.

Segundo Kuhn (2009), toda Ciência madura atravessa dois estágios, um aparentemente estável e outro completamente instável, imprevisível e revolucionário. O primeiro estágio visto anteriormente é denominado de Ciência Normal, etapa em que a Ciência é determinada segundo as regras e modelos de um paradigma ou de uma tradição de pesquisa científica: neste estágio, o trabalho dos cientistas não vai além do que esclarecer e elucidar conceitos fundamentais de maneira acrítica e doutrinária. A Ciência Normal apresenta objetos e métodos de acordo como o consenso da comunidade científica no sentido de um conjunto de métodos que prescreverão a pesquisa científica e, também como práticas convencionais condicionadas por fatores sociológicos e culturais.

Kuhn (2009) defende que um paradigma científico é um conjunto de crenças, técnicas e valores compartilhados por uma comunidade que serve de modelo para a abordagem e soluções de problemas. A Ciência normal é encarregada de apresentar e resolver as questões que surgem no interior do paradigma. É importante ressaltar que todos os problemas surgem e serão resolvidos apenas dentro de um determinado paradigma e que diferentes paradigmas apresentam diferentes questões e diferentes soluções. Não existe um método científico que determina as práticas da investigação científica, mas sim um conjunto de regras que são relativas, cada uma, a diferentes crises paradigmáticas.

Enquanto houver problemas cujas soluções encaixam-se no que prevê o paradigma, a Ciência normal funciona adequadamente. Entretanto, quando começam a aparecer problemas que divergem totalmente das expectativas esperadas, o paradigma original começa a enfraquecer e uma nova concepção de mundo começa a suceder à antiga compreensão da Ciência normal. Começa a partir de então o segundo estágio de uma Ciência, denominado Ciência extraordinária. Essa Ciência está na fronteira entre dois paradigmas, modificará todas as regras do antigo paradigma e introduzirá um novo modelo.

As regras e métodos do paradigma até então vigentes são colocados em questão, pois não mais permitem a resolução dos problemas apresentados. A crise se instala. Neste momento há emergência de novos paradigmas, mas somente o que for considerado pela comunidade científica passa a vigorar. Chamada também

de Ciência revolucionária, define a mudança de paradigmas como um processo descontínuo. Portanto, a Ciência Normal é a praticada no interior de um paradigma e Ciência revolucionária é a praticada na faixa de transição entre dois paradigmas.

Para o autor, a mudança de paradigmas não é um processo racional. A ideia é que não há qualquer padrão de racionalidade que irá avaliar e criticar os paradigmas sob um ponto de vista comum, já que cada paradigma possui seu conjunto de regras que só tem sentido dentro de sua própria teoria. Ora, se a pesquisa científica muda de método assim que mudam os paradigmas, então não existe um padrão comum que possa avaliar paradigmas concorrentes. Portanto, esses paradigmas ou modelos científicos são *sui generis*, ou seja, incomparáveis. Isso quer dizer que, tomando dois exemplos de explicação das órbitas planetárias, é impossível comparar e dizer que modelo está certo ou errado, ou qual é mais plausível do que o outro: a teoria de Newton ou a de Ptolomeu. O conceito da verdade científica se restringe ao paradigma científico em causa. Outro argumento de Kuhn para a incomparabilidade entre paradigmas é o de que se a realidade da pesquisa científica é determinada pelos paradigmas, então cada teoria científica descreverá uma realidade diferente. Portanto, toda disputa científica será absurda, já que o que se disputa são duas realidades distintas. Logo, cada paradigma descreve sua realidade e é incomparável com qualquer outro.

A escolha entre paradigmas ou teorias científicas consiste, de acordo com o estudioso, em disputas retóricas. A disputa entre dois paradigmas nada tem a ver com experimentos, análises metodológicas ou deduções, mas sim com o quão hábil forem os cientistas para estabelecerem suas regras, seus modelos, suas questões e sua Ciência Normal. Isto quer dizer que o fato de o modelo heliocêntrico do sistema solar ser considerado uma teoria verdadeira é consequência somente da habilidade de persuasão de seus defensores e não de uma determinação da argumentação racional e nem de experiências acumuladas.

Em seu livro sobre o avanço do conhecimento científico, Kuhn vai de encontro à teoria de que o conhecimento é produzido mediante um processo de acumulação de informações. Segundo ele, o processo acontece através de rupturas completas e súbitas de um paradigma para o outro. Nada do que foi pesquisado ou organizado no paradigma anterior será aproveitado no desenvolvimento futuro, pois são modificações de mundos e de nada adianta utilizarmos dados de um mundo em outro mundo totalmente diferente. A produção de conhecimento não é cumulativa e

progressiva, mas fragmentada; assim, "(...) a transição [entre paradigmas] tem de ocorrer subitamente (embora não necessariamente num instante) ou então não ocorre jamais." (2009, p. 192).

Conforme sua descrição, a forma como os cientistas trabalham nada diz sobre se uma teoria ou paradigma é correto ou incorreto. Ela meramente diz que os cientistas, como um grupo, tendem a aceitar ou rejeitar uma nova teoria. Eles podem fazer isso com base no argumento de que a nova teoria explica as evidências disponíveis melhor que a teoria anterior, ou com base em alguma razão puramente arbitrária (como crenças políticas ou filosóficas, por exemplo).

Durante um período de Ciência Normal, segundo Kuhn, a atividade dos cientistas é bastante conservadora: eles desenvolvem e estendem as implicações do novo paradigma, testam as suas diversas implicações e procuram acomodar os fatos àqueles que são conhecidos a eles. O objetivo desse período é determinar os limites da aplicabilidade do novo paradigma. Sendo assim, inicialmente, os cientistas não irão abandonar imediatamente a teoria anterior. Ao contrário, vão defendê-la recorrendo a hipóteses auxiliares *ad hoc* que expliquem porque a teoria fornece previsões diferentes das observações anteriormente feitas. Neste ponto, algum cientista sugeriria um novo paradigma, uma revolução científica ocorreria e todo o ciclo começaria novamente.

Perante aquilo que foi desenhado por Thomas Kuhn, o avanço da Ciência dependerá muito mais das instituições e comunidades científicas do que propriamente de seu posicionamento em relação ao paradigma ou das próprias teorias científicas ou, ainda, da evolução do ser humano como um todo: cultural, social, intelectual, ideológico e biológico.

A contribuição mais importante de Kuhn no contexto epistemológico talvez tenha sido a inclusão de argumentos históricos e sociológicos como inerentes ao debate filosófico sobre a Ciência. Acreditamos ser esta uma contribuição de caráter "revolucionário", utilizando um conceito tirado de seu próprio contexto de ideias. É interessante notar como se deu a recepção das ideias de Kuhn no contexto das Ciências humanas, os aspectos da "Ciência revolucionária" presentes em sua epistemologia, que remetem diretamente aos processos de descontinuidade na produção científica.

O estudioso produziu, inegavelmente, uma nova imagem acerca do progresso científico, mas entendemos que se há uma total ruptura do paradigma "antigo", ou

seja, um novo paradigma “destrói” completamente o anterior, não temos história, não podemos, por exemplo, acreditar naquilo que Newton nos falou com tanta propriedade: **“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”** (Newton, 2002). O que podemos dizer, então, de Aristóteles: será que tudo o que ele pensou ou afirmou, em nada serviu ao homem para que pudesse seguir adiante em sua trajetória histórica?

De acordo com Kuhn, a Ciência progride através de uma sequência de períodos: somente no período da Ciência Normal, o desenvolvimento é cumulativo, nos demais períodos há uma alternância decorrente crise-revolução, durante os quais ocorrem profundas mudanças conceituais e total ruptura de paradigma.

[...] as revoluções políticas iniciam-se com um sentimento crescente, com frequência restrito a um segmento da comunidade política, de que as instituições existentes deixaram de responder adequadamente aos problemas postos por um meio que ajudaram em parte a criar. De forma muito semelhante, as revoluções científicas iniciam-se com um sentimento crescente, também seguidamente restrito a uma pequena subdivisão da comunidade científica, de que o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza cuja exploração fora anteriormente dirigida pelo paradigma. Tanto no desenvolvimento político como no científico, o sentimento de funcionamento defeituoso, que pode levar à crise, é um pré-requisito para a revolução. (KUHN, 2009, p. 126).

Acreditamos que, embora em alguns períodos da história da humanidade tenha, de fato, ocorrido revoluções nos moldes de Kuhn, entendemos ser um equívoco afirmar que a ciência somente avança através de revoluções esporádicas e entendidas como uma mudança brusca de paradigmas.

Pensamos que o erro, parte integrante e inexorável do verdadeiro trabalho intelectual, pode produzir acertos, tendo uma função constitutiva importante na Ciência, porque as verdades são sempre provisórias.

Por que mudamos de pensamento no meio do caminho? Nosso primeiro contato com a obra de Álvaro Vieira Pinto se deu através do livro *“Ciência e existência: problemas filosóficos da pesquisa científica”*, publicada em 1979. A leitura nos mostrou um texto que refletia prontamente sobre a proposta desse trabalho. Suas considerações vieram ao encontro do nosso pensamento: a produção do conhecimento

se dá ao longo do desenvolvimento dos seres e que, portanto, a história se constrói e é justificada ao associarmos o conhecimento à capacidade que os seres humanos têm de serem influenciados pelo ambiente e de reagirem a ele com respostas que seriam apropriadas e eficazes para resolver situações desfavoráveis e prejudiciais.

[...] o “estar no mundo” é universal, pertence à base biológica da existência, sendo comum a todos os animais e não uma característica do homem, no qual apenas se apresenta com aspecto diferente pelo fato de nele se tornar consciente. Por isso, o conhecimento supõe alguma forma de apreensão do estado presente do mundo e de resposta a ele, pois sem a reatividade da matéria organizada, esta seria incapaz de evoluir, isto é, de ascender em grau de complexidade na organização, mas, ao contrário, seria arrastada pelas leis das simples reações químicas e pela exposição ao acaso dos choques mecânicos. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 21).

Acreditamos em revoluções e “quebra” de paradigmas, mas entendemos que não há uma ruptura total: um novo paradigma se faz com novos conhecimentos a partir da evolução do ser humano, mas tem seu alicerce no paradigma antigo, ou seja, o novo se acresce do anterior para que o conhecimento do homem e da humanidade se faça através de sua evolução histórica.

Vieira Pinto (1979), nos mostra que é necessário tomar em consideração os fatos e ocorrências históricas que nos vão permitir uma qualificação de origem consciente das contribuições filosóficas:

- Quais os marcos fundamentais da história do ser humano?
- Quais as conexões entre a Ciência, a História, e a Filosofia?
- O que um “paradigma antigo” poderá influenciar e ser aproveitado em um “novo paradigma”?

[...] a apropriação da Ciência, a possibilidade de fazê-la não apenas por si, mas para si, é condição vital para a superação da etapa da cultura reflexa, vegetativa, emprestada, imitativa, e a entrada em nova fase histórica que se caracterizará exatamente pela capacidade, adquirida pelo homem, de tirar de si as ideias de que necessita para compreender a si próprio tal como é e para explorar o mundo que lhe pertence, em benefício fundamentalmente de si mesmo. A Ciência só pode tornar-se um instrumento de libertação do homem e do seu mundo nacional se for compreendida por uma teoria filosófica que a explique como atividade do ser humano pensante e revele o pleno

significado da atitude de indagação em face da realidade natural e social. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 04).

O conflito é peculiar às teorias científicas: o surgimento de discordâncias internas é uma das características para se definir o que é Ciência.

O que há de eterno nas ideias é serem *todas* perecíveis, mas não inúteis ou infecundas. Exatamente o oposto é que se dá. A ideia, ao perder a validade, por força da própria transformação da realidade, que suscita, condiciona o surgimento de outra, transmuta-se nesta, e de alguma forma nela se conserva, e assim a sua caducidade equivale ao mesmo tempo à sua perenidade. Em essência, a ideia superada ingressa como elemento na composição daquela que a substitui. Por isso, o progresso do conhecimento, que se faz pela morte e criação das ideias, representa o único aspecto eterno do saber. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 90).

A Ciência se distingue pela generalização do conhecimento, ela é uma tentativa de generalização historicamente situada, com fatores de sucesso, embora sempre com algumas incompletudes ou imperfeições, pois sem essa particularidade, a Ciência teria uma explicação final e seria o seu fim enquanto processo na busca pelo conhecimento.

## **4 FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA/ FÍSICA COMO VÍNCULO ESSENCIAL ENTRE O HOMEM E SUA FORMAÇÃO**

A História da Física é um conteúdo esquecido e às vezes ausente no ensino dessa Ciência. Essa é uma realidade que por certo não acontece em nossa instituição: o conteúdo histórico da Física é contemplado no sétimo e último período de nosso curso.

Pretendemos discutir o potencial didático, cultural e epistemológico da evolução das ideias da Física para o ensino, e com isso, objetiva-se não apenas oferecer subsídios para um posicionamento do aluno sobre esse assunto, mas gerar expectativas para o seu envolvimento crítico e consciente, por meio dos conteúdos abordados na disciplina.

A Ciência pode ser interpretada em sua ascensão histórica como um processo indefinido pelo qual a consciência humana descobre o caráter problemático da situação onde se encontra ao sentir a resistência da realidade à consecução de alguma ideia que proponha a si mesma, enquanto finalidade para ação de transformação da natureza; compreende ainda esse caráter ao superar essa resistência, resolvendo o problema com o auxílio das forças materiais, que o mundo lhe põe ao alcance. Esse processo se repete e alarga, porque toda solução dada a um problema torna-se fundamento para a percepção de algum outro aspecto problemático da realidade. Deste modo, produz-se a acumulação do saber, e a Ciência se mostra constantemente determinada pelo seu desenvolvimento histórico. Sua historicidade exprime um traço intrínseco definido da sua realidade, e não deve ser confundida com a simples cronologia dos momentos culminantes do seu progresso. Todo saber é histórico não pelo fato exterior de surgir em certa época, não porque transcorre no curso do tempo, mas porque decorre do fluxo do tempo, do passado existente em cada momento presente. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 519-520).

Partindo desse pressuposto é que elaboramos uma proposta de material didático voltado ao ensino desse conteúdo em nosso curso de licenciatura do IFTO Campus Palmas.

O Prof. Me. Tomás Aquino Silveira assim se expressa em sua dissertação de

mestrado:

Consistindo um dos objetivos do Mestrado Profissional em Ensino de Física na realização de um produto voltado para o ensino de Física, percebeu-se a oportunidade de apresentar o que tem sido ministrado na referida disciplina, considerando suas peculiaridades: carga horária de 30 horas-aula, sua periodização e o fato de ser parte de um curso de formação de professores de Física, dentre outras.

Esta professora teve a pretensão de construir um produto voltado para o ensino, na disciplina, “Evolução das Ideias da Física”, buscando delinear a profunda relação entre o ensino de Física, a evolução de suas ideias e a Filosofia.

Desde a Grécia clássica que essa relação é evidente. A Física é a área da Ciência em que mais se evidencia o quanto esteve envolvida, desde sempre, nos mais profundos problemas filosóficos.

Haverá limites para o nosso conhecimento? O que é conhecer? O que podemos conhecer? Como podemos conhecer? São algumas das questões filosóficas nas quais a Física está frequente e inevitavelmente ligada.

A menção casual e eventual à História da Ciência, em breves notas, no enaltecimento descontextualizado de heróis de outras épocas, introduz o estudante nos paradigmas aceitos pela Ciência, mas tornam invisíveis, aos seus olhos e sentimentos, as revoluções científicas, sem mostrar a perspectiva de que Ciência é uma atividade humana que para ser compreendida, necessita ser inserida em um conjunto mais amplo das atividades humanas: ao estudar a Ciência de uma determinada época, há que estudar a estrutura social, a relação das classes, o modo de produção, a personalidade dos cientistas, os sistemas artísticos e culturais dessa época.

O conhecimento científico precisa ser devidamente contextualizado, para que possa ser compreendido: um novo conhecimento se dá contra um conhecimento anterior.

No processo da interpretação da realidade, o homem constrói o conhecimento e dele se apropria “[...] graças à execução da pesquisa científica, cuja finalidade última consiste em dotar a consciência de novas ideias, representativas de conteúdos até então ignorados da realidade anterior” (VIEIRA PINTO, 1979, p.13).

A análise de uma contribuição científica deve deixar claro o que levou o cientista a se envolver com o tema e, uma vez proposta, deve-se perguntar que dificuldades esse novo conhecimento deve superar. O ponto de partida é o

problema. Sendo assim, uma insatisfação de qualquer ordem – conceitual, religiosa, filosófica, sociocultural, experimental e etc. – pode ser a sua causa. É necessária uma explicação dos conhecimentos que vigoram e o seu questionamento.

A elaboração desse material didático utilizando elementos da História e Filosofia da Ciência se propõe a fazer com que os discentes compreendam que as teorias científicas são, na verdade, o resultado de um longo processo de construção, para o qual contribuem os estudos desenvolvidos anteriormente, o momento histórico e a filosofia em vigor em determinada época, tornando-se essencial que estejam claras tanto a concepção de conhecimento científico como o processo pelo qual compreendemos a sua produção e evolução.

A História das Ciências se definiu como disciplina no final do século XIX, início do século XX: a demarcação de seus conteúdos, o entendimento de sua especificidade, deu início a sua afirmação institucional, quer através do ensino superior, quer pelo aparecimento de textos que lhe foram dedicados, quer, ainda, pela sua introdução como tema de congressos internacionais de Ciências (ou História?) e de Filosofia.

No século XX, a disciplina de História das Ciências se institucionalizou dentro da comunidade científica internacional (cientistas, historiadores e filósofos), de onde surgiram algumas figuras determinantes na afirmação desta área do conhecimento. Foi também neste período que se lançaram as bases conceituais que haveriam de permitir o desenvolvimento teórico desta área do conhecimento, desenhado a sua própria história.

De modo geral, podemos identificar duas linhas de pensamento a serem seguidas, quando decidimos construir esse material que buscará estudar o conhecimento científico e seu processo de construção:

1ª) A **internalista**, onde a Ciência constitui uma forma autônoma do conhecimento - sua especificidade é tão grande que é possível, em alguns casos entendê-la abstraído-se de tudo aquilo que a rodeia; a Ciência deve ser pensada em função do desenvolvimento dos seus próprios objetos, leis, métodos e processos. A Ciência deve, pois, ser estudada independentemente de quem a produz e das condições históricas de sua emergência, sustentando que a justificação é determinada internamente, seja pela evidência do sujeito, ou por coerência entre as crenças, ou mesmo por alguma condição interna, isolando o indivíduo em sua individualidade, vocação ou genialidade;

2ª) Já o **externalismo** nega que fatores internos sejam suficientes para justificação – alguma coisa externa tem um papel independente para justificar crenças. Assim, reconhece a importância tanto de fatores internos quanto de fatores externos para justificação das crenças sociais e culturais construídas pelo sujeito, frutos de seu tempo.

Identificamo-nos com a segunda opção, pois a mesma entende o conhecimento como um fato histórico, isto é, como um processo que acontece simultaneamente ao desenvolvimento dos seres e que acompanha a sequência de formação do raciocínio humano, em alguns momentos influenciando e, em outros, sendo influenciado pelo meio: o indivíduo passa a existir não somente pela sua individualidade, mas também por toda sua experiência exterior, social e histórica com o meio ao qual ele está incorporado em determinada época.

Vieira Pinto (1979) defende a segunda linha, partindo do argumento de que todo conhecimento presente em uma determinada época se constrói pela acumulação de atos e descobertas particulares, efetivadas em um lugar específico e por um determinado cientista. Esses atos singulares, por sua vez, precisam ser encarados como resultantes do conhecimento total disponível no momento histórico em questão. A natureza social do conhecimento não nos permite considerá-lo como um empreendimento isolado, individual, produto de uma vocação, de um feliz acaso, desenraizado do processo histórico.

De acordo com Vieira Pinto (1979), o conhecimento é um bem necessário à sobrevivência, é a capacidade que toda matéria viva tem de se sensibilizar em relação aos estímulos do meio e de reagir a eles dando respostas necessárias à satisfação de suas necessidades.

O elemento impulsionador na procura pela verdade está na própria existência humana, na sua sobrevivência na natureza, numa relação intrínseca com esta, o que implica na “[...] possibilidade de dominar a natureza, transformá-la, adaptá-la às suas necessidades”. Segundo Vieira Pinto, este processo chama-se conhecimento, uma vez que “[...] concomitantemente com o processo de domínio cada vez maior da natureza, o homem se vai criando a si próprio, acelera o seu desenvolvimento como espécie biológica, cuja característica é o poder de produzir os bens de que necessita. O homem se hominiza ao humanizar, pelo domínio, a natureza” (VIEIRA PINTO, 1979, p.27).

Portanto, faz-se necessário compreender o conhecimento como fato social. Assim, a formação da consciência não conduz a uma entidade subjetiva solitária, mas se apresenta pelo surgimento da representação individual em conjunto com as outras e em função de finalidades de ação própria, fundamentada não no indivíduo que conhece, mas no grupo que interage, que luta, que produz e usufrui dos instrumentos objetivados pela ação do homem.

[...] A teoria do conhecimento tem de ser construída partindo não da subjetividade humana que, como tal, já é um produto secundário do processo da realidade, mas da objetividade absoluta, da existência concreta do mundo em evolução permanente, da vida, como dinamismo em expansão e complexidade crescente. Ora, essa realidade em transformação contínua que se desenrola no tempo é percebida pela consciência como *história*. (VIEIRA PINTO, 1979, p.18).

Vieira Pinto (1979) compara o ser humano com as demais espécies: enquanto as espécies animais se conservam através da cadeia alimentar de acordo com a proporção evolutiva da natureza, o ser humano modifica a si mesmo e o universo da natureza através da ideação reflexiva, concebendo atos inéditos, jamais contemplados antes no passado da espécie. Intencionalmente e também inconscientemente, estes atos são acumulados na consciência coletiva, recolhidos, conservados e transmitidos. O conhecimento acompanha a escala evolutiva da espécie, e sua grande manifestação se encontra na racionalidade humana<sup>1</sup>.

É possível dividir o processo de produção do conhecimento em três etapas distintas: a fase dos reflexos primordiais, a fase do saber e a fase da Ciência.

Segundo Vieira Pinto (1979), em todas elas, a natureza intrínseca do conhecimento, a essência lógica que exprime a sua realidade como fato objetivo, é sempre a mesma: o reflexo do mundo no ser vivo encontra-se completamente associado à existência dos seres nesse mundo.

Essas fases, nesse sentido, correspondem:

---

<sup>1</sup> O homem é um ser racional, pois é esse princípio que o diferencia dos outros animais, ou como afirmava Aristóteles, "um animal político." Logo a razão é o que move o ser humano, todas as atitudes, vida cotidiana, problemas e etc. tudo estar em volta da razão humana, à vida do homem em sociedade é medida na razão. A razão é a ideia de distinção de certo e errado, consciência humana. (<http://www.mundodosfilosofos.com.br/homem-e-razao.htm>)

À capacidade que o ser vivo possui de representar para si o estado do mundo em que se encontra, de reagir a ele conforme a qualidade das percepções que tem, e sempre no sentido de superar os obstáculos, de solucionar as situações problemáticas que se opõem à finalidade, a princípio inconsciente, de sua sobrevivência como indivíduo e como espécie, mais tarde tornada plenamente consciente na representação do mais desenvolvido dos seres vivos, o homem. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 20).

A primeira fase dos reflexos primordiais inclui toda escala evolutiva da matéria viva, desde as formas mais primitivas de organização até o surgimento do homem, abrangendo as etapas iniciais do processo de hominização (VIEIRA PINTO, 1979, p. 21). É o tempo de evolução das espécies, portanto o conhecimento se realiza sem a consciência, que só vai aparecer no final desta fase, quando o homem começa a trabalhar sobre a natureza conjugando socialmente os esforços.

Na segunda fase – a do saber – o homem desenvolve sua subjetividade. Pouco a pouco o homem se encaminha para o conhecimento reflexivo: o que caracteriza esta nova fase é que o homem agora cultiva intencionalmente sua racionalidade, na formação individual e da espécie. Cria modos de transmissão da racionalidade, formas socialmente organizadas do conhecimento.

Para que as gerações futuras saibam responder com eficiência aos desafios do meio, o saber é transmitido de dois modos:

- pela educação, e, portanto tem caráter social;
- pela herança, tendo caráter biológico.

O homem é um ser histórico. Mas a ação do ser humano sobre a natureza não se dá de maneira pessoal, particular ou individual, mas se manifesta com caráter social. Isso significa que o indivíduo produz ideias em união com um grupo de semelhantes.

É preciso salientar o lado histórico desse caráter social da produção das ideias: o aparecimento de determinada ideia e o seu emprego como um bem de consumo estão vinculados às necessidades sociais, econômicas, culturais e políticas existentes em certo período. Mas, por outro lado, são essas necessidades que vão determinar o período no qual essas ideias serão proveitosas, porque o mundo que resulta de suas aplicações se transforma e passa a exigir a conexão de novas ideias que passarão a atender às situações e conflitos que antes haviam se estabelecido.

Para poder fazer história, os homens devem estar em condições de viver e, assim, para suprir suas necessidades começam a produzir os meios de subsistência. Nesse sentido, o homem age intencionalmente e faz da sua atividade o objeto do seu querer e da sua consciência.

Não há ideias eternas. A eternidade da verdade que possuem consiste na sua relativa eficácia enquanto são válidas, e, como expressão da sua dialética própria, na perpetuação das anteriores dentro das que a vão substituir, as quais não poderiam surgir sem que as primeiras lhe tivessem servido de progenitoras. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 90).

Para Vieira Pinto (1979), o processo de hominização impõe a coletividade como razão de ser, iniciando-se a fase social da evolução humana e da criação cultural: o homem cria instrumentos e técnicas sem precedentes e instrumentaliza objetos que o cercam.

Cultura é, pois, o processo pelo qual o homem acumula as experiências que vai sendo capaz de realizar, discerne entre elas, fixa as de feito favorável e, como resultado da ação exercida, converte em ideias as imagens e lembranças, a princípio coladas às realidades sensíveis, e depois generalizadas, desse contato inventivo com o mundo natural. (VIEIRA PINTO, 1979, p.123)

A produção da Ciência é um processo histórico que, por ser metódico, segue regras preestabelecidas que informarão o grau de verossimilhança dos resultados obtidos. A razão muda de qualidade no processo de evolução, o que lhe dá uma nova qualidade é a capacidade de interferir metodicamente em situações em que antes se procedia empiricamente.

[...] mostrar o papel da Ciência como criação do trabalho em todas as formas, e como criadora do trabalho, introduzindo novas técnicas, novas máquinas e procedimentos que revolucionam as relações entre os homens. [...] impõe reflexões sociológicas pelas alterações que determina nas condições existenciais do homem. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 242).

Neste processo de entendimento da realidade que o cerca, da natureza e das relações com ela exercidas, historicamente constituídas e formativas do ser humano, “o conhecimento, que é uma propriedade da matéria viva, atinge a forma máxima de perfeição quando, no homem, se eleva ao plano da Ciência. Esta se define como saber metódico” (VIEIRA PINTO, 1979, p.30).

Na compreensão dos fenômenos naturais e sociais, “[...] a Ciência é a investigação metódica e organizada da realidade, para descobrir a essência dos seres e dos fenômenos e as leis que os regem com o fim de aproveitar as propriedades das coisas e dos processos naturais em benefício do homem” (VIEIRA PINTO, 1979, p.30).

Assim como os conhecimentos científicos desenvolvidos pelo homem se dão de forma cumulativa, a partir de suas necessidades, também são cumulativos os diferentes métodos utilizados para interpretar a realidade, e,

[...] aquilo que em cada época se chama de ‘método’ representa os processos de pensamento e de atuação sobre a realidade que se acham em direta e necessária vinculação com os modos de produção da existência, isto é, dependem do desenvolvimento das forças produtivas que determinado grupo social conseguiu alcançar (VIEIRA PINTO, 1979, p.39).

A totalidade que pressupõe a formação do ser social, construída no contato com a natureza através do trabalho e no contato dos homens entre si, representa a complexidade das relações sociais.

Para a apreensão dos vários elementos constituintes da realidade, “O conceito de totalidade assume importância primordial porque, embora o todo se constitua a partir dos elementos, estes só se explicam e se tornam possíveis pela *precedência da totalidade*, que dá origem a cada novo ato de pesquisa” (PINTO, 1979, p.14).

A construção do conhecimento trata-se, pois, do resultado das interações do sujeito com o objeto: o sujeito aprende através de suas ações e, ele próprio, constrói continuamente seu conhecimento a partir das interações com o ambiente. O processo de construção do conhecimento é permanente e vai estar sempre em desenvolvimento, ou seja: novos níveis de conhecimento vão sendo indefinidamente construídos a partir das trocas sujeito/objeto.

O homem transforma a natureza tanto por sua ação individual quanto social

num mundo de cultura que vai para ele aparecer revestido de valor. Cada um compreende a sua cultura tanto no presente como no passado como membro da sociedade que historicamente a formou, sendo a prática da pesquisa e a Ciência um trabalho humano:

Efetivamente, a pesquisa científica constitui-se em ação do homem sobre a natureza para fins criativos, que se resumem no intuito de conhecê-la, não pelo prazer de conquistar verdades eternas, abstratas, em cuja contemplação o espírito repouse e se satisfaça, mas para produzir bens indispensáveis à existência, adquirir instrumentos de transformação do mundo em proveito do homem”. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 226)

Como afirma Vieira Pinto (1979), temos aqui a mais pura definição de trabalho: processo pelo qual o ser humano foi se diferenciando dos demais seres vivos. Portanto, o homem tem seu fundamento objetivo no trabalho, como atividade pela qual transforma a natureza e a si próprio, faz da sua própria atividade vital o objeto do seu querer e da sua consciência.

Para Vieira Pinto, “o cientista é, por definição, um trabalhador” (1979, p. 228), porque transforma a realidade do homem por suas ações, modifica a natureza de acordo com suas necessidades e promove sua evolução histórica, onde o conhecimento se confirma como fato social e tem também uma evolução biológica, como processo de formação e evolução da racionalidade, na função de comunicação entre homens e de adaptação da natureza às suas necessidades.

À medida que o homem passa a interagir com a natureza e com outros homens, desenvolve o potencial intelectual adquirindo experiências e conhecimentos que lhe permitem enfrentar e compreender as contradições da realidade.

O processo histórico da interação do homem com a natureza, e as relações entre os homens, deu origem às possibilidades de resolver problemas para a própria manutenção da vida humana, mas, por outro lado, trouxe outros problemas como a exploração do homem pelo homem, a concentração de riqueza e a miséria.

Nessa perspectiva apresentada, a cultura, como produto do processo produtivo, adquire a sua dupla natureza. Cultura, traduzida pelo bem produzido, torna-se *bem de consumo*, enquanto resultado expresso em coisas e artefatos e subjetivado em ideias gerais do mecanismo produtivo. Cultura se converte, ainda, em *bem de produção*, subjugando a realidade e submetendo-a às suas reflexões, gerando novos produtos e novas técnicas de exploração do mundo, dando-lhes,

pelas ideias, significados e finalidades para as suas ações.

Dessa maneira, podemos observar o aparecimento de dois fenômenos: o primeiro diz respeito ao acervo cultural, que é cheio de máquinas e entes tecnologizados, além das tantas ideias geradoras dos processos produtivos. Não se produz sem ideias. Os setores dominantes, por sua vez, valorizam mais a segunda dimensão, considerando que já controlam os aspectos materializados. Há, então, a exaltação às posses das ideias e desvalorização do trabalho próprio da produção daqueles entes materiais; o segundo resultado é o apoderamento dos bens materiais produzidos, frutos das ideias geradoras dos bens culturais. Assim, é que o *trabalhador ou o produtor cultural*, além de ter perdido os bens materiais produzidos por ele mesmo, também está excluído dos bens ideais geradores dos produtos culturais.

Dessa forma, para sobreviver, o homem age intencionalmente sobre o meio conhecendo-o, transformando-o por meio da ação consciente e pensada, humanizando a natureza e, ao produzir os instrumentos objetivados pela ação racional, hominiza-se.

Cultura e hominização se desenvolvem, simultaneamente, num mesmo processo, condicionando-se reciprocamente, passando do orgânico para o social: na medida em que o biológico do ser humano realiza-se, conjuntamente, surgem possibilidades da criação cultural de acordo com a fase evolutiva da espécie.

Nessa perspectiva, a produção do saber é social, deve possibilitar ao homem a apropriação dos instrumentos necessários à compreensão e atuação na realidade para expressar de forma elaborada os conteúdos da cultura que correspondem aos interesses do ser humano.

Na pesquisa científica, porém, a prática eleva-se a um grau superior [...] se mostra aí a concretização de uma finalidade, sempre de ordem objetiva e existencial. A experiência científica é concebida em função das exigências do homem, e se, abstratamente, aparece correspondente ao desejo natural do saber [...] parte de uma permanente condição, a de que o homem precisa explorar a natureza para subsistir, uma vez que ao contrário dos animais inferiores, não está passivamente adaptado a ela [...]. O surgimento da capacidade reflexiva do real, em consequência do grau evolutivo alcançado pelo animal humano na organização do seu sistema nervoso de relações, dá ao homem a qualidade de animal que conhece de homem sapiens [...]. A capacidade de conhecer supõe agir conscientemente, de acordo com

finalidades, pois não há outra forma de adquirir novos conhecimentos. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 220).

Queremos deixar claro, em nosso trabalho, que a cultura e o conhecimento científico precisam ser compreendidos como “uma criação do ser humano, resultante da complexidade crescente das operações de que esse animal se mostra capaz no trato com a natureza material, e da luta a que se vê obrigado para manter-se em vida.” (VIEIRA PINTO, 1979, p. 121-122). Sendo assim, a criação da cultura, do conhecimento científico e a criação do ser humano são duas faces de uma mesma moeda, de um mesmo processo, no qual se revezam e se condicionam mutuamente as novas aquisições e novas transformações sociais provocadas por este ser.

Através de sua história o ser humano é constantemente reformulado: uma história interna que se faz no seio da própria Ciência, e uma história externa, onde nascem regras de diversas formas de subjetividade, de domínios de objetos, de tipos de saber.

A Ciência, produto social e histórico de um determinado tempo, deve ser analisada no contexto que possibilitou a sua emergência como um fato real e concreto e que foi reconfigurada a partir dos interesses dos que detinham o poder em determinado período.

A consciência do sujeito inserido no processo histórico tem desde sempre a dimensão social, e a formação cultural que o induz ao questionamento sobre a realidade deve-se às circunstâncias históricas pelas quais passa em determinado espaço e tempo.

Se a historicidade exprime o caráter essencial do processo de constituição do saber, deve, contudo ser apreciada por dois aspectos dialeticamente opostos, mas unidos pelo avanço do processo científico, que, no movimento do processo incessante, os concilia. Devemos considerar de um lado a historicidade do processo do mundo enquanto tal; e de outro, o da consciência, em sua capacidade de captar a realidade e expressá-la em conceitos e proposições teóricas. O mundo não forma um cenário estático, nem um campo onde se produzem fenômenos sempre iguais e uniformes, muito menos o espaço onde se desenvolvem ciclos de eterno retorno. Ao contrário, é um processo de evolução contínua, cujo traço distintivo e permanente se encontra no aparecimento do novo, evolução que pode parecer desordenada quando tomada em setores e limitados no espaço ou na duração, mas se revela sempre ordenada quando se considera a totalidade. No mundo existe

uma infinita trama de determinismos objetivos que se refletem em leis, as quais explicam o curso de todos os fenômenos, mediante relações que, em conjunto, configuram uma lógica imanente aos próprios fatos, independente da consciência. Contudo, sendo um processo, nele emergem constantemente novas configurações, ocorrem fatos inéditos, e inclusive se manifestam leis originais, que não poderiam ter vigência antes que os acontecimentos ou objetivos a que se referem viessem à existência. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 520).

É importante que estejamos cientes e atentos à historicidade da Ciência e da produção do conhecimento científico, para que possamos evitar a vulgarização de ideias a respeito do tema, voltadas apenas para o aspecto do gênio individual criador, em prejuízo de todo um processo de evolução, de amadurecimento e de desenvolvimento do ser humano e do mundo. Certamente, as ideias, as experiências e as interpretações individuais dos cientistas têm papel importante no avanço da Ciência, mas não devemos nos deixar levar pela interpretação de que fora o gênio de personalidades privilegiadas, agindo a partir de si próprio, sem qualquer tipo de influência do meio e do momento histórico, quem criou e fomentou a Ciência e todo o conhecimento científico.

## 5 RELATO DA EXPERIÊNCIA

O curso de Licenciatura em Física em nossa instituição apresenta algumas particularidades que devem ser consideradas e mencionadas neste trabalho.

Nosso curso tem processo seletivo anual, mas é um curso semestral. Isto faz com que a cada semestre haja uma alternância de períodos, do seguinte modo:

- 2009/02<sup>2</sup>: 1º período;
- 2010/01: 1º e 2º períodos;
- 2010/02: 2º e 3º períodos;
- 2011/01: 1º, 3º e 4º períodos;
- 2011/02: 2º, 4º e 5º períodos;
- 2012/01: 1º, 3º, 5º e 6º períodos;
- 2012/02: 2º, 4º, 6º e 7º períodos<sup>3</sup>.

Durante o ano de 2012 cursamos as disciplinas do Mestrado Profissional e iniciamos nossa pesquisa em dezembro desse mesmo ano, com o início das aulas do semestre letivo 2012/02, ministrando aulas de EIF no 7º período.

As aulas foram ministradas para uma turma de três alunos<sup>4</sup>. Mesmo assim, com uma turma bastante reduzida e com tão poucos alunos, consideramos que nosso trabalho foi bem aceito e os alunos tiveram um bom aproveitamento do conteúdo.

A componente curricular EIF foi aplicada pela primeira vez em nosso curso, neste período. Nossa pesquisa foi feita com o objetivo de verificar que material e qual método seria o mais adequado para os alunos de nossa instituição.

Para confirmar essa etapa final de nossa pesquisa, esta disciplina, EIF, com seus materiais e métodos, é apresentada como produto do trabalho de Mestrado Profissional, que se encontra no apêndice desse trabalho com a indicação de todos os conteúdos, textos, apresentações, que foram aplicados ao longo do semestre letivo.

Realizamos uma pesquisa entre os alunos que concluíram o curso, mediante a aplicação de um questionário (com pequenas modificações), elaborado pelo Prof.

<sup>2</sup>A numeração corresponde ao ano e o semestre: 2009/02, ano 2009, segundo semestre.

<sup>3</sup> Por motivo de greve nas instituições federais, este semestre se iniciou em 03/12/2012 e finalizou em 25/04/2013.

<sup>4</sup>As explicações que podemos oferecer para a existência de uma turma com poucos alunos são: curso considerado de extrema dificuldade, alto grau de evasão em nossa região (Norte) nos dias atuais, desistência de alunos ao menor grau de dificuldade encontrado (o que também se verifica no Ensino Médio).

Me. Aquino Silveira e gentilmente cedido a essa professora. A pesquisa teve natureza qualitativa, por dois motivos: o primeiro é que entendemos que ela atende melhor ao processo ensino-aprendizagem e o segundo é que, como trabalhamos com uma turma formada por apenas três alunos, não haveria condições para uma pesquisa de natureza quantitativa.

Após a aplicação do questionário, verificamos:

- a) se o licenciando desenvolveu uma análise dos argumentos favoráveis ou contrários à presença da História no ensino da Física;
- b) se tinham conhecimento anterior da História da Física;
- c) se passaram a ter um conhecimento razoável da História da Física;
- d) qual opinião deles sobre a metodologia do curso;
- e) se eles perceberam algum tipo de influência desse conteúdo em outras disciplinas do curso de Licenciatura em Física, e, no caso daqueles que já ministravam aulas, se perceberam ter havido uma influência da disciplina no trabalho de sala de aula.

Para analisar os questionários, nos referenciamos na dissertação do Prof. Me. Aquino Silveira:

A análise dos questionários foi feita buscando-se atender às técnicas de análise de conteúdo, conforme, principalmente, a orientação de Bardin (1977). O estudo dessa autora e nossa própria experiência mostram que um questionário bem elaborado e bem aplicado pode revelar todo um mundo de significados, desde que submetido a um escrutínio sério e metódico e, acima de tudo, desde que o pesquisador acredite na importância do que ele está fazendo. (SILVEIRA, 2008, p. 94).

Ainda a esse respeito, Bardin (1977) considera que se deve buscar “transcender a condição de receptor normal, que tenta compreender o sentido da comunicação”, para atingir “uma outra significação, uma outra mensagem através ou ao lado da mensagem primeira” (BARDIN, 1977, p. 41).

O grande ensinamento dessa professora é a credibilidade na riqueza dos dados obtidos, no nosso caso, por meio da aplicação de questionários. É com esse intuito que passaremos à análise deles, com a finalidade de verificar se a disciplina EIF teve um reflexo positivo na formação de nossos alunos, futuros professores de Física.

A seguir, apresentaremos os resultados obtidos com a aplicação da componente curricular “Evolução das Ideias da Física”, no 7º período do curso de Licenciatura em Física do IFTO Campus Palmas.

O questionário foi preenchido pelos três (03) alunos formandos, que cursaram a disciplina EIF no 7º período do curso, no semestre 20012/02.

A identificação de cada aluno foi feita da seguinte forma:

- aluno um: A1;
- aluno dois: A2;
- aluno três: A3.

Em seguida, apresentaremos as respostas de cada aluno, a cada uma das catorze (14) perguntas feitas no questionário de pesquisa.

**Pergunta 1: Você gostou da disciplina EIF? Cite três elementos que justifiquem sua resposta.**

A1: “Sim, eu gostei da disciplina. Os elementos que justificam essa resposta são: o conhecimento histórico proporcionado durante as aulas; a maneira como foram conduzidas as aulas e as atividades propostas nesta e por último, as discussões e debates ocasionados nas aulas”.

A2: “Sim. Primeiro por se tratar de uma área interdisciplinar da Física. Em segundo lugar, por termos a oportunidade de entrar em contato com todo o processo histórico da Física teórica, que muitas vezes é omitido nos programas curriculares dos cursos de Física. E em terceiro, por termos entrado em contato de forma mais profunda com as bases teóricas da Física por intermédio do seu desenvolvimento e contexto histórico”.

A3: “Sim, a disciplina nos leva a um profundo debate a respeito da construção do conhecimento científico, da Física em si. Permite-nos ver que a Física que conhecemos hoje tem uma longa história de sucessos, fracassos, acasos, muitos mitos desvendados, perseguições e triunfos. A disciplina nos mostra a Física sob outro ponto de vista, longe das fórmulas, um espaço para a reflexão de que nada na Física foi produzido num passe de mágica, mas de um árduo e longo processo”.

**Pergunta 2: Antes de cursar a disciplina EIF, você tinha algum conhecimento de história da Física? Em caso afirmativo, de qual fonte veio esse conhecimento? Dê algum exemplo do que você conhecia. Em caso negativo, diga o que você pensava ser História da Física.**

A1: “Sim, eu possuía algum conhecimento sobre a História da Física, e este conhecimento advinha de pesquisa em livros, sites da internet e vídeos assistidos no Youtube. Um exemplo é a história de Galileu Galilei, que foi mostrada na forma de um documentário pela History Channel”.

A2: “A História da Física está intimamente atrelada com a história de vida de seus grandes protagonistas, portanto, qualquer obra que explore de forma profunda a personalidade e a vida daqueles que dedicaram grande parte de suas vidas à Física teórica, também será uma obra da própria história da Física. E a fonte na qual explorei a trajetória de vida de algumas destas personalidades foi a obra “Gigantes da Física” que retrata a biografia de oito grandes nomes da Física, como Newton, Einstein, Feynman, entre outros”.

A3: “Sim, eu já tinha conhecimento sobre alguns pontos históricos da Física, principalmente a História de Galileu, pela leitura de livros e acesso a alguns documentários sobre o mesmo. Também já havia lido sobre Einstein e Max Planck”.

**Pergunta 3: Faça uma apreciação geral sobre a disciplina EIF, respondendo às seguintes indagações:**

**a) Você conseguia acompanhar bem as aulas, entendendo o conteúdo apresentado? Faça comentários.**

A1: “Sim, eu conseguia acompanhar bem as aulas e o conteúdo apresentado, pois o mesmo continuamente foi trabalhado com muita explicação e exemplificação, nos deixando muito à vontade para debater e discutir sempre durante as aulas”.

A2: “Sim, qualquer dúvida suscitada fazia questão de saná-la posteriormente em casa com o material adicional que era passado”.

A3: “Sim, consegui acompanhar bem todas as aulas, acredito que a disciplina

ter sido lecionada no último período do curso facilitou o processo, pois já tínhamos conhecimento dos assuntos, porém não tínhamos a História da construção de cada teoria, os conflitos de ideias, as tentativas, erros e sucessos de cada teoria, de cada autor”.

**b) Você acha que o trabalho final, apresentado por toda a turma, contribuiu para uma melhor compreensão da evolução das ideias da Física?**

A1: “Sim, pois o trabalho final nos permitiu fazer uma recapitulação geral da historicidade da Física”.

A2: “Sim, porque até então sempre achei que toda a cinemática havia sido elaborada matematicamente somente por Galileu Galilei, nunca tinha entrado em contato com a teoria do Impetus. E com relação à apresentação da nossa turma sobre o mesmo assunto, foi de fato muito proveitoso e enriquecedor para a ocasião”.

A3: “Sim, ficou claro que cada aluno da turma assimilou tudo que foi estudado na disciplina em questão”.

**c) O que você pensa da avaliação feita no decorrer do curso, na forma de questionários?**

A1: “Penso que esta forma de avaliar não poderia ter sido melhor e mais eficaz, pois a mesma proporciona ao acadêmico a liberdade de estudar novamente o conteúdo para responder às questões, além de lhe propiciar pesquisas a novas fontes, gerando desta maneira um conhecimento mais solidificado”.

A2: “A avaliação do curso em forma de questionário é uma forma de obter resultados de forma mais sistematizada, direcionada e objetiva acerca dos temas ministrados”.

A3: “Fugir dos modelos tradicionais de avaliação é sempre uma ótima ideia, e a forma de questionários é uma delas, pois a cada questionário tínhamos que fazer pesquisas, estudar textos, livros, etc. E isto só veio contribuir ainda mais para a

construção e assimilação do conhecimento”.

**Pergunta 4: Cite três pontos do conteúdo da disciplina que você achou mais importantes.**

A1: “1. A forma como foram apresentados estes conteúdos, sempre através de uma leitura prévia e depois uma releitura da aula de forma explicativa; 2. As discussões e debates gerados durante a explanação do conteúdo; 3. O uso de vídeos na apresentação dos conteúdos”.

A2: “Evolução das ideias da Mecânica Clássica, da Termodinâmica e do Eletromagnetismo”.

A3: “A história de Galileu Galilei; Tycho Brahe e Johannes Kepler; a Física aristotélica”.

**Pergunta 5: Cite três pontos do conteúdo da disciplina que você achou menos importantes.**

A1: “O principal ponto que deve ser levado em consideração quanto aos conteúdos é que estes deveriam ser estudados em um semestre anterior, isto é, no sexto período do curso, pois o mesmo auxiliaria mais no entendimento de outras disciplinas, como por exemplo, Introdução à Astronomia, proporcionando, desta maneira, um maior aproveitamento do tempo quando se utilizasse uma metodologia alternativa como, por exemplo, o uso de vídeos”.

A2: “Em minha opinião, não há pontos menos importantes nesta disciplina”.

A3: “Não vejo nenhum conteúdo dos abordados que possa ser considerado menos importante”.

**Pergunta 6: Foi empregado, como texto de apoio, o livro Origens e Evolução das Ideias da Física. Faça comentários sobre o achou disso, destacando se o livro teve ou não importância, e que influência ele teve no curso.**

A1: “O livro “Origens e evolução das Ideias da Física” apresentou-se como uma excelente fonte adicional de pesquisa, proporcionando sempre um esclarecimento nas ideias que ficavam obscuras nos outros textos utilizados, por isso foi de grande valia no desenvolvimento do conhecimento”.

A2: “O Livro “Origens e Evolução das ideias da Física” é uma obra que veio para complementar e enriquecer a disciplina em todos os aspectos. Essa obra oferece uma visão detalhada da evolução das principais ideias da mecânica, termodinâmica, do eletromagnetismo”.

A3: “O livro foi de grande importância e consistiu em um excelente ponto de apoio, pois os tópicos nele abordados são ricos em detalhes, ou seja, não há omissão de fatos, e sua linguagem é bastante clara”.

**Pergunta 7: Além do livro mencionado na questão anterior, foram utilizados textos variados. Faça comentários sobre o que achou disso, dando sua opinião sobre os textos, qual a importância de utilizá-los; qual a influência que eles tiveram na disciplina; o que você achou da combinação dos textos com o livro?**

A1: “Acredito que os textos foram muito bem selecionados, pois estes sempre ofereceram um conteúdo valioso para a aprendizagem, proporcionando aulas prazerosas e produtivas, e a combinação dos textos variados com o livro supracitado anteriormente foi ótima, pois o que faltava nos textos avulsos era complementado pelo livro”.

A2: “Os textos como materiais adicionais auxiliaram nas respostas dos questionários e também serviram como leitura complementar”.

A3: “Na construção do conhecimento, temos que estudar várias fontes, confrontando-as umas com as outras, portanto, quanto maior a variedade de material à nossa disposição, melhor para a nossa aprendizagem”.

**Pergunta 8: Na disciplina foram exibidos episódios da série Cosmos, de**

**Carl Sagan, filmes e documentários. Faça comentários sobre o que você achou disso, dando sua opinião sobre o emprego desses recursos.**

A1: “Os episódios da série Cosmos que foram apresentados melhoraram o rendimento das aulas, pois estes trouxeram consigo curiosidades adicionais não expostas nos textos e no livro utilizado, ampliando desta maneira o conhecimento. Além do uso dos vídeos se constituir como uma excelente metodologia, estes facilitam o aprendizado, pois atraem mais atenção dos alunos”.

A2: “O emprego dos recursos audiovisuais só enriquece a aula e para mim, que havia tido contato com um dos episódios da série Carl Sagan, o episódio que mais me emocionou foi o documentário completo sobre a vida e obra de Johannes Kepler”.

A3: “Como já mencionei na questão anterior, quanto maior o número de fontes de conhecimento, melhor para a nossa aprendizagem, e os filmes da série Cosmos, de Carl Sagan, são ótimos e eu recomendo a todos que assistam à série”.

**Pergunta 9: O que você aprendeu na disciplina EIF teve alguma importância no aprendizado de outras disciplinas de seu curso de Licenciatura em Física? Justifique sua resposta, dando pelo menos um exemplo concreto.**

A1: “Sim, o aprendizado e o conhecimento proporcionado na disciplina de EIF foram de grande auxílio na disciplina de Introdução à Astronomia, pois estas estavam sempre em consonância, ou seja, o que estudava em uma complementava a outra”.

A2: “Sim e podemos citar como exemplo o desenvolvimento da teoria cinética dos gases, que tem como uma de suas hipóteses sobre a existência do átomo. É importante enfatizar que no pleno desenvolvimento da teoria Cinética dos Gases, a hipótese do átomo ainda não era bem aceita porque não havia sido comprovada experimentalmente e conseqüentemente a teoria não foi muito bem aceita na época. Esta teoria também marcou o nascimento da mecânica estatística, ou seja, a junção das leis do movimento de Newton com a estatística. A estatística passou a ser utilizada como ferramenta matemática para explicar interações complexas como um

gás confinado em um recipiente. O triunfo da Mecânica Estatística foi inevitável porque muitas de suas hipóteses foram confirmadas posteriormente pela Mecânica Quântica como, por exemplo, o calor específico dos sólidos”.

A3: “Como a disciplina foi ministrada no final do curso, já havíamos estudado várias outras disciplinas, mas sob o aspecto dos cálculos, nesse caso, a disciplina EIF veio suprir as lacunas relativas à questão histórica, complementando o que ficou faltando sobre os fatos ocorridos”.

**Pergunta 10: A disciplina EIF mudou sua compreensão de Física? (considere todos os aspectos do conhecimento físico). Como? (utilize exemplos concretos).**

A1: “Sim, pois a disciplina nos mostrou e consolidou a importância da historicidade de uma Ciência, deixando claro que a Física é uma construção contínua de ideias de vários pensadores e que tudo o que foi produzido sempre foi em prol da melhoria da humanidade”.

A2: “A disciplina EIF nos concebe a visão de que os fatos históricos que estão por trás do desenvolvimento das ideias da Física de fato não podem ser omitidos. Tomamos então como exemplo o efeito fotoelétrico que foi descoberto por Hertz em 1887 e foi corretamente explicado por Einstein em um dos artigos publicados no ano de 1905. Einstein utilizou a Lei da quantização da energia da radiação eletromagnética proposta por Planck em 1900 e a conservação da energia e chegou à relação que demonstra a explicação heurística de Einstein para o Efeito Fotoelétrico. A denominada teoria do fóton de Einstein marcou, acompanhada da hipótese revolucionária de Planck, o nascimento da Teoria Quântica”.

A3: “Sim, um exemplo claro é hoje termos a teoria do heliocentrismo como algo extremamente natural, porque todos crescem já sabendo disto, mas não sabem que o geocentrismo, apesar de ser uma teoria “errada” para os dias atuais, foi uma teoria que vigorou por milhares de anos, e essa compreensão da Física não foi ensinada nas escolas. Todos acham que o que temos hoje nasceu de um dia para o outro, não sabem da grande trajetória, das inquisições para que o heliocentrismo

fosse aceito como uma teoria verdadeira”.

**Pergunta 11: Você leciona ou já lecionou Física em alguma escola? Sim\_ Não\_.**

**Em caso afirmativo, em que escola: pública ou particular? Em qual ou quais séries você leciona?**

**Ainda em caso afirmativo, como você acha que a disciplina EIF influencia suas aulas?**

A1: “Sim, já lecionei Física em uma escola pública no estado de Goiás, antes de cursar a graduação em Física, lecionada para as três séries do Ensino Médio. Acredito que a disciplina EIF poderia influenciar nas aulas, pois a mesma apresenta a Física como um processo histórico, facilitando desta maneira o entendimento, por parte dos alunos, de muitos avanços desta Ciência”.

A2: “Sim, mas somente no período de estágio, durante o período de regência lecionamos aulas de Física em turmas de 1º, 2º, e 3º anos do ensino médio e a abordagem histórica feita durante as aulas faz sim uma diferença, mesmo que ainda seja de forma simplificada”.

A3: “Sim, já lecionei Física em escola Pública, e a EIF teria sido uma boa influência para as minhas aulas, pois agora o tenho o conhecimento para a contextualização, para fazer o resgate histórico e mostrar para os alunos que o processo de construção do conhecimento é tarefa árdua e que necessita de persistência, dedicação e muita pesquisa. Acredito que com os conhecimentos da disciplina, posso tornar minhas aulas mais motivadoras, principalmente para aqueles que têm dificuldades com os cálculos, as aulas serão mais dinâmicas e esclarecedoras”.

**Pergunta 12: Você acha que a disciplina EIF pode contribuir no desenvolvimento das aulas de Física no ensino médio? Por quê? Como?**

A1: “Sim, a disciplina de EIF pode contribuir e muito nas aulas do Ensino Médio, pois a mesma apresenta a Física como um processo histórico, mostrando para os alunos os processos evolutivos desta Ciência e acima de tudo mostra que

essa Ciência não foi construção de uma única pessoa e sim um processo contínuo de ideias de vários pensadores, mostrando, desta maneira, que esta Ciência é uma construção humana em várias etapas e diferentes processos”.

A2: “Sim, é claro que pode, mas será difícil no ensino público aqui do estado do Tocantins, porque as aulas de Física são muito reduzidas. Já no ensino privado, as aulas de Física possuem uma carga horária um pouco mais extensa, permitindo assim que os fatos históricos sejam inseridos de forma mais ampla na aula”.

A3: “Sim, pois nos permite inserir os fatos históricos nas aulas, possibilitando fazer a contextualização de forma mais dinâmica e significativa”.

**Pergunta 13: Caso a disciplina EIF não existisse no currículo, determinaria algum prejuízo e/ou ganho na formação do licenciado em Física do IFTO – Campus Palmas? Dê exemplos concretos que justifiquem sua resposta.**

A1: “Caso não existisse essa disciplina no currículo, isto ocasionaria um prejuízo enorme na formação do licenciado, pois este não teria contato com a história desta Ciência, continuando desta forma sem conhecer as raízes do que levou a Física a ser como é hoje, e em muito prejudicaria na sua função como professor, pois não teria subsídios para apresentar aos alunos a evolução de seus conceitos e ideias”.

A2: “O objetivo do curso de licenciatura em Física é buscar a formação de professores de Física e, diante disto, a ausência de uma disciplina como a EIF só tende a acarretar prejuízos para a formação docente, no sentido de que seríamos levados a pensar que as ideias da Física surgem totalmente acabadas, em um curto intervalo de tempo, fato este que graças à disciplina EIF sabemos que não é verdade”.

A3: “Acredito que não teríamos uma formação completa. Como já mencionei acima, a disciplina EIF preencheu as lacunas deixadas nas outras disciplinas no que se refere ao aprofundamento dos fatos históricos da Física”.

**Pergunta 14: Este espaço está reservado para algum comentário adicional, ou alguma sugestão, referentes à disciplina EIF.**

A1: “Fica como sugestão trazer a disciplina para o VI período do curso”.

A2: “A disciplina EIF no curso de Licenciatura em Física se faz importante no sentido de que podemos ter a ideia de como o nascimento, o desenvolvimento e a renovação da Ciência dependem do contexto histórico, social e econômico vivido em uma determinada era”.

A3: “A disciplina EIF foi bastante importante na medida em que nos mostra o sentido dos fatos históricos, da construção que se deu a Física ao longo do tempo, nos conscientizando de que o conhecimento é obtido a cada dia e que não podemos dar nada por acabado, a verdade de hoje pode ser o mito de amanhã”.

Passemos agora a uma análise a respeito dessas respostas obtidas:

I. Refletindo no contexto, observamos que essa pesquisa permitiu mostrar que mesmo os alunos que procuram pelo curso de Licenciatura em Física e chegam ao final dele, pouco sabem ou conhecem sobre a História da Física, ou da evolução de seus conceitos e ideias.

II. Diante dessa constatação, fazemos algumas análises:

a) os três alunos afirmavam ter algum conhecimento anterior àquele em que cursaram a disciplina, mas mesmo em final de curso podemos observar e reconhecer a superficialidade desse conhecimento: todos se referem basicamente a biografias de grandes nomes da Física, alguns documentários e internet, nada muito aprofundado;

b) quanto à metodologia utilizada na disciplina, entendemos que os alunos tiveram uma boa aceitação, principalmente à metodologia de avaliação através de questionários, forma essa que consideraram eficaz, diferenciada e fora dos padrões tradicionais;

c) a apresentação final dos artigos – um artigo apresentado por cada aluno – também foi considerada bastante interessante e inovadora: “nos permitiu fazer uma

recapitulação geral da historicidade da Física” (A1) e, “ficou claro que cada aluno da turma assimilou tudo que foi estudado na disciplina em questão” (A3);

d) como consequência, “a disciplina EIF veio completar as lacunas deixadas na questão histórica, ou seja, completou o que ficou faltando, a história, os fatos ocorridos” (A3), sendo uma influência positiva no curso de Licenciatura em Física, e, no caso daqueles que já ministravam aulas, “nos permite inserir os fatos históricos nas aulas, possibilitando fazer uma contextualização de forma mais dinâmica e significativa” (A3);

e) o livro “Origens e evolução das Ideias da Física” foi considerado um apoio importante: “apresentou-se como uma excelente fonte adicional de pesquisa, proporcionando sempre um esclarecimento nas ideias que ficavam obscuras nos outros textos utilizados” (A1), “é uma obra que veio para complementar e enriquecer a disciplina em todos os aspectos. Essa obra oferece uma visão detalhada da evolução das principais ideias da mecânica, termodinâmica, do eletromagnetismo” (A2), “foi um excelente ponto de apoio, pois os tópicos nele abordados são ricos em detalhes, ou seja, não há omissão de fatos, e sua linguagem é bastante clara” (A3).

III. Quanto aos textos aplicados<sup>5</sup>, tivemos um ótimo “*feedback*” por parte dos alunos. Não elaboramos uma apostila, sendo que os textos foram encaminhados ao longo de semestre, ora impressos, ora via e-mail<sup>6</sup>, “Acredito que os textos foram muito bem selecionados, pois estes sempre ofereceram um conteúdo valioso para a aprendizagem, proporcionando aulas prazerosas e produtivas...” (A1), “Os textos como materiais adicionais auxiliaram as respostas dos questionários e também serviram como leitura complementar” (A2), “Na construção do conhecimento, temos que estudar várias fontes, confrontando umas com as outras, portanto quanto maior a variedade de material à nossa disposição, melhor para a nossa aprendizagem” (A3).

IV. Observamos também que a componente curricular é considerada fundamental pelos alunos, principalmente em um curso que busca a formação completa do professor de Física: “o objetivo do curso de licenciatura em Física é buscar a formação de professores de Física e diante disto, a ausência de uma disciplina como a EIF evidentemente só tende a acarretar prejuízos para a formação docente, no sentido de que seríamos levados a pensar que as ideias da Física

---

<sup>5</sup> Grande parte dos textos foram indicados pelo Prof. Me. Tomás Aquino Silveira.

<sup>6</sup> É um bom recurso, mesmo quando se trata de turmas maiores – pode ser feito um e-mail coletivo da turma. Em nosso caso, enviamos separadamente por se tratar de uma turma com apenas três alunos.

surgem totalmente acabadas em um curto intervalo de tempo, fato este que graças à disciplina EIF sabemos que não é verdade” (A2).

V. O uso de vídeos, filmes e documentários foi bem aceito pelos alunos, “(...) Além do uso dos vídeos apresentarem-se como uma excelente metodologia, estes facilitam o aprendizado, pois atraem mais atenção dos alunos” (A1), “O emprego dos recursos audiovisuais só enriquece a aula...” (A2), “(...) quanto maior o número de fontes de conhecimento, melhor para a nossa aprendizagem...” (A3).

VI. Cabe ainda ressaltar o quanto a disciplina EIF mudou a visão dos alunos em relação à Física, o que se evidencia especialmente na resposta do aluno A3, que nos deixou particularmente satisfeitos quanto ao trabalho feito com essa componente curricular: “(...) um exemplo claro é hoje termos a teoria do heliocentrismo como algo extremamente natural, porque todos crescem já sabendo disto, mas não sabem que o geocentrismo apesar de ser uma teoria “errada” para os dias atuais, foi uma teoria que vigorou por milhares de anos, e essa compreensão da Física não é ensinada nas escolas. Todos acham que o que temos hoje nasceu de um dia para o outro, não sabem da grande trajetória, das inquisições para que o heliocentrismo fosse aceito como uma teoria verdadeira” (A3).

VII. Todos os alunos declaram ter conseguido acompanhar bem as aulas: “Sim, eu conseguia acompanhar bem as aulas e o conteúdo apresentado, pois o mesmo continuamente foi trabalhado com muita explicação e exemplificação, nos deixando muito à vontade para debater e discutir sempre durante as aulas” (A1),

”Sim, quando qualquer dúvida era suscitada, fazia questão de saná-la posteriormente em casa, com o material adicional que era passado” (A2), “Sim, consegui acompanhar bem todas as aulas, acredito que a disciplina ter sido lecionada no último período do curso facilitou o processo...” (A3).

VIII. Quanto a sugestões, apenas o aluno A1 questiona o fato de a disciplina ser ministrada no último período do curso. No seu entendimento, seria mais interessante e de melhor aproveitamento que a mesma tivesse sido iniciada no período anterior (6º período): “O principal ponto de relevância que deve ser levado em consideração ao conteúdo é que estes deveriam ser estudados em um semestre anterior, isto é, no sexto período do curso, pois o mesmo auxiliaria mais no entendimento de outras disciplinas, como por exemplo, Introdução à Astronomia, proporcionando, desta maneira, um maior aproveitamento do tempo quando se utilizasse uma metodologia alternativa como, por exemplo, o uso de vídeos” e “Fica

como sugestão trazer a disciplina para o sexto período do curso”.

IX. Diante daquilo que foi respondido pelos alunos em nossa pesquisa, entendemos que as aulas de EIF foram bem-sucedidas e proporcionaram a nossos alunos uma nova dimensão da Física, através de sua história, seus conceitos e ideias, trazendo uma resposta positiva perante aquilo que foi apresentado a eles: “A disciplina EIF no curso de Licenciatura em Física se faz importante no sentido de que podemos ter a ideia de como o nascimento, o desenvolvimento e a renovação da Ciência dependem do contexto histórico social e econômico vivido em uma determinada era” (A2), “A disciplina EIF foi bastante importante na medida em que nos mostra o sentido dos fatos históricos, da construção que se deu a Física ao longo do tempo, nos conscientizando de que o conhecimento é obtido a cada dia e que não podemos dar nada por acabado, a verdade de hoje pode ser o mito de amanhã” (A3).

É interessante observar que mesmo sendo uma turma de final de curso, o conhecimento da História da Física por parte dos alunos é bem pouco, muitas vezes se resume meramente ao aspecto do “gênio individual criador”.

Podemos entender porque também esta professora entendia e pensava que a História da Física se resumia a uns poucos privilegiados que por algum motivo, vindo de algum poder maior, produziram toda a evolução de suas ideias.

Nosso pouco conhecimento a esse respeito foi a “força motora” que nos levou a buscar as alternativas para essa componente curricular, de modo a instigar e motivar os futuros professores de Física a não disseminarem ideias distorcidas e empobrecidas a respeito do tema.

Vários trabalhos têm sido dedicados à análise da importância da utilização da História da Ciência na formação de professores. Alternando desde os aspectos ligados à motivação dos estudantes até a possibilidade de esta ser usada como uma ferramenta para a discussão da natureza da Ciência, a utilização da História tem sido defendida de diferentes formas, podendo contribuir, também, para se compreender os momentos e as razões pelas quais profundas transformações ocorrem no conhecimento científico, e, ainda, a necessidade de paciência e persistência para que uma teoria, um estilo de pensamento, seja aceito pelo coletivo, desmistificando o saber pronto e dogmático.

Apesar de todas as dificuldades: turma pequena, inicialmente pouco conhecimento do conteúdo e outros tantos mais, de modo geral, os resultados

obtidos retratam que foi uma iniciativa válida e que a componente curricular é de fundamental importância em nosso curso, evitando o enraizamento de determinadas visões simplistas e distorcidas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estímulo ao aprimoramento da Ciência em busca de uma maior produtividade e eficiência permitiu seu desenvolvimento, promovendo o avanço da tecnologia e tem como fonte as nossas necessidades biológicas e a busca constante pelo crescimento humano e tecnológico.

A Ciência mais adiantada contribuirá para a instituição de uma sociedade mais humana; porém esta, por sua vez, ao se realizar, instala condições imaginadas de aceleração do progresso científico. Por esta dupla finalidade, compreendemos a importância insuperável da consciência crítica, a qual, ao criar simultaneamente, na unidade dialética de um só movimento histórico, a Ciência e a sociedade mais perfeitas, em virtude da apropriação, pela razão, dos mecanismos que levarão à realização de ambas, está na verdade exercendo o que se poderia chamar, alegoricamente, a função prometeica da pesquisa científica, a criação do próprio homem. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 537).

A competência da História é ser o ponto onde a análise conceitual pode ser feita em determinado tempo-espaco. A História de uma Ciência é um instrumento de formação intelectual e de assimilação de conceitos e é essencial como ideia básica para orientar na investigação de um fato e da descoberta científica, pois nos permite rever conceitos e também criticá-los, revelando os ingredientes, lógicos ou empíricos, que foram realmente importantes no processo de criação intelectual.

Portanto, a História da Física clarifica conceitos, revelando-lhes o significado, e os entende à luz de novas descobertas, apresentando os problemas que levaram à formulação de um conceito em particular.

A História da descoberta de um conceito mostra como este foi criado, mas, sobretudo, seu por que, indicando as questões para cujas soluções o conceito foi introduzido e revelando sua importância teórica, função e significado.

A História revive os elementos do pensar de uma época, apresentando, pois, os ingredientes de um pensamento, na época em que foi feito, desvelando a lógica da construção conceitual e nesse esforço, ela revela, também, os "buracos lógicos" que o conceito preenche, revivendo o próprio ato intelectual da criação científica.

A Física é não trivial em sua essência, porém, o uso de um conceito, ao longo de muitos anos ou séculos, tende a trivializar o não trivial, as dificuldades

conceituais são banalizadas e conceitos são tratados como "óbvios". Isso deixa a desagradável sensação de que os conceitos são "mágicos". Portanto, em nosso entendimento, a História da Física pode desempenhar funções diversas. Para Ausubel:

- 1) A História da Física é, sem dúvida, um excelente auxiliar no ensino dessa componente curricular;
- 2) A História da Física é o instrumento da análise conceitual;
- 3) A História da Física deve servir como um organizador prévio (AUSUBEL, 2003).

Nesse sentido, para que a formação seja a mais completa possível, é importante que a abordagem leve em consideração os vários aspectos envolvidos na construção da Ciência, permitindo a aquisição de uma visão crítica, bem como o aprofundamento do conteúdo e requer necessariamente que o futuro professor esteja predisposto a trabalhar pela sua autonomia intelectual dentro de suas possibilidades e conforme o contexto em que vive, não dispensando o exercício da crítica.

Ser professor deve ser uma atividade intelectual da maior importância e um intelectual digno desse nome deve perseguir seus objetivos, ainda que lhe pareçam difíceis de serem alcançados.

O professor de Física autônomo deve tomar as recomendações de rigor dos historiadores e dos filósofos como desafios. É preciso incorporar esses desafios, mas cabe ao professor resolvê-los a seu modo, lançando mão do que melhor dispõe e adotando a crítica como principal critério para distinguir o joio do trigo e para formar a sua própria concepção de mundo, buscando para tal, os meios históricos, culturais, sociais, políticos e econômicos necessários.

O futuro professor deve:

- *ensinar Física*, levando os alunos a aprender significativamente as suas concepções, familiarizando-se com a evolução pela qual essas concepções passaram, em particular com as dificuldades conceituais que se levantaram à sua construção, e com o modo como foram ultrapassadas;

- *ensinar sobre a Física*, levando-os a refletir epistemologicamente sobre a construção histórica das ideias sobre o mundo físico e em particular sobre textos históricos, de preferência, originais, de modo a conhecerem a natureza da Física, a sua validade, a relação com a tecnologia, a sociedade e o ambiente;

- e *ensinar por meio da Física*, diríamos mais, educar por meio da Física, ao inculcir nos alunos atitudes científicas que resultam em um espírito respeitador da razão e da experiência, de si e dos outros.

O caminho percorrido entre a análise teórica e a construção de uma proposta para a sala de aula real é tão complexo quanto fascinante. Não se trata mais de diferentes olhares para um mesmo objeto, mas sim de se realizar um esforço para transpor os muros do “óbvio”, do “igual”. Neste momento, se materializa, de fato, o olhar do educador sobre a inseparabilidade da concepção da Ciência, manifestada seja em seus discursos, seja na abordagem dos conceitos, na sua seleção para a sala de aula, no tipo de narrativa histórica que se adota ou nas concepções dos processos de construção do conhecimento pelo aluno. Quando se defende, ou se discursa sobre uma concepção sócio-histórica para a construção das Ciências, é necessário refletir e buscar uma sintonia com os métodos adotados para o seu ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras**. São Paulo: Brasiliense, 1981.
- AUSUBEL, David. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BERTOLDO, Leandro. **Teoria do ímpeto**. Rio de Janeiro: Litteris Editora Ltda, 2005.
- BRENNAN, Richard P. **Gigantes da física: uma história da física moderna através de oito biografias**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.
- CARNEIRO, Maria Fernanda Donnard. **Experimentum crucis de Newton: contribuições da história e filosofia da ciência**. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2012 (Dissertação: Mestrado em Ensino Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Física).
- ASSIS, André Koch Torres. **Eletrodinâmica de Weber**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995.
- CHERMAN, Alexandre. **Sobre ombros de gigantes: uma história da física**. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.
- DIAS, Penha Maria Cardoso. **A (im) pertinência da história ao aprendizado da física (um estudo de caso)**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 23, p.226-235, Nº 2, Junho, 2001.
- EINSTEIN, Albert; INFELD, Leopold. **A evolução da física**. São Paulo: Zahar, 2008.
- FITAS, Augusto José dos Santos. **História e filosofia da ciência** (coletânea de textos). Évora: Seminário Doutorado em História e Filosofia da Ciência, Universidade de Évora, 2011.
- GATTI, Sandra Regina Teodoro. **Análise de uma ação didática centrada na utilização da história da ciência: uma contribuição para a formação inicial do docente de física**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Educação, 2005 (Tese de doutorado em Educação).
- GOULART, Silvia Moreira. **História da ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências**. (In: Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. LIBANEO, J.C & SANTOS, Akiko (orgs). Campinas, SP: Alínea, 2005).
- GURGEL, Célia Margutti do Amaral; MARIANO, Gláucia Elaine. **A concepção de neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia na formação de professores de Ciências: argumentos para a inserção da História e Sociologia da Ciência na construção do conhecimento científico**. Associação Brasileira de

Pesquisa em Educação em CIÊNCIAS. Atas do V ENPEC – nº 5. 2005.

JAMMER, Max. **Conceito de espaço: a história das teorias do espaço na Física**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2010.

JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

JUNIOR, Olival Freire; FILHO, Manoel Matos; VALLE, Adriano Lucciola do. **Uma exposição didática de como Newton apresentou a força gravitacional**. Física na Escola, v. 5, Nº 1, 2004.

LEHRMAN, R., **Energy is not the ability to do work**. The Physics Teacher, v.15, janeiro, 1973.

LOURENÇO, Isabel Maria Mota Heitor. **A História da física no ensino da física: a evolução da descoberta do electromagnetismo na história e no ensino da física**. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2008 (Dissertação de Mestrado Ensino e História da Física).

KAPITANGO-A-SAMBA, Kilwangy Kia. **Papel da história da ciência nas licenciaturas em ciências naturais e matemáticas**. São Paulo: Pontifícia Universidade de São Paulo, 2005 (Dissertação de Mestrado).

KOESTLER, Arthur. **Os sonâmbulos: história das ideias do homem sobre o universo**. São Paulo: IBRASA, 1961.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

MARCONDES, Danilo. **Iniciação à história da filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

MARTINS, André Ferrer P. **História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho...** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, Nº 1, p. 112-131, abril, 2007.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **História da ciência: objetos, métodos e problemas**. Ciência & Educação, v. 11, Nº 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Como não escrever sobre história da física: um manifesto historiográfico**. Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 23, Nº 1, Março, 2001.

\_\_\_\_\_. **Física e história**. Ciência e Cultura, vol.57, Nº3, 2005.

\_\_\_\_\_. **Introdução à história das ciências e seus usos na educação**. In: SILVA, Cibelle Celestino. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

\_\_\_\_\_. **Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10): 89-114, 1986.

\_\_\_\_\_. **Sobre o papel da história da ciência no ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência (9): 3-5, 1990.

MEDEIROS, Alexandre. **Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como forma de movimento**. Física na Escola, v. 10, Nº 1, 2009.

MLODINOW, Leonard. **O Andar do bêbado**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha; OSTERMANN, Fernanda. **“História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, Nº 1, p. 127-134, 2007.

MORENO, Márcio Quintão. **A teoria da gravitação**: Vicissitudes dos “Principia Mathematica”. Revista do Ensino de Física, vol. 10, dezembro, 1988.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. **A história da ciência no ensino de física**. Revista Ciência & Educação, 1998, 5(1), 73–81.

NEWTON, Isaac, Sir. **Principia: princípios matemáticos da filosofia natural**, Livro I e II. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

PEDUZZI, Luiz O. Q. **Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?** Caderno Catarinense do Ensino de Física, v.13, Nº1: p.48-63, abril, 1996.

\_\_\_\_\_. **Evolução dos conceitos de física**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011.

\_\_\_\_\_. **Evolução dos conceitos de física: força e movimento: de Thales a Galileu**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Física (Publicação interna), 2008.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferrer P.; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (organizadores). **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

PEREIRA, Giulliano José Segundo Alves. **História e filosofia da ciência nos currículos das licenciaturas em física e química da UFRN**. (Dissertação de Mestrado em Educação) – Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

PETER, Eduardo Alcides; MORS, Paulo Machado. **Uma visão histórica da ciência com ênfase na física**. Textos de Apoio ao Professor de Física. Instituto de Física – UFRGS, v. 20 Nº1, 2009.

PIETROCOLLA, Maurício. **A história e a natureza da ciência no ensino de ciência: obstáculos a superar ou contornar.** Águas de Lindoia: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010.

PIRES, Antonio S. T. **Evolução das ideias da física.** São Paulo: Livraria da Física, 2008.

PORTO, C.M. **A física de Aristóteles: uma construção ingênua?** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, N° 4, 2009.

Projeto Pedagógico do Curso Superior de Licenciatura Plena em Física na modalidade Presencial do IFTO Campus Palmas (PPC). Área: Ciências Exatas e da Terra. Palmas: 2011.

QUADROS, Sérgio. **A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas.** São Paulo: Scipione, 2001.

RABLIOTTA, M. R. **O cinza, o branco e o preto: da relevância da história da ciência no ensino da física.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 5. Número Especial - p. 7-22, junho, 1988.

REALE, G.; ANTISERI, D. **História da filosofia: do humanismo a Descartes.** Volume 3. São Paulo: Paulus, 2004.

REIS, José Claudio; GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco. **Da necessidade de valorizar a história e a filosofia da ciência na formação de professores.** Águas de Lindoia: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010.

ROCHA, José Fernando (Org.). **Origens e evolução as ideias da física.** Salvador: EDUFBA, 2002.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência.** Volumes I, II, III e IV. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012.

Scientific American Brasil. **Gênios da ciência**, N<sup>os</sup> 3, 6 e 7. São Paulo: Duetto Editorial, 2012.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. **A história e filosofia da ciência na sala de aula: construindo estratégias didáticas com futuros professores de física.** Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 6, N° 3, Setembro, 2012.

SILVA, Rafael Cordeiro. **A teoria kuhniana da ciência:** um discurso de homenagem. Educação e Filosofia, Uberlândia (UFU), v. 12, N° 24, 1998, p.255-272.

SILVA, D.F., **O ensino em uma abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade): evoluções nas concepções de futuros professores de física.** São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2009 (Dissertação Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração:

Ensino de Ciências e Matemática).

SILVEIRA, Tomás Aquino. **Evolução das ideias da física para alunos iniciantes de licenciatura em física**. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2008 (Dissertação: Mestrado em Ensino Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Física).

SOBE, Dava. **A filha de Galileu**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

VANNUCCHI, Andréa Infantosi. **História e filosofia da ciência: da teoria para a sala de aula**. São Paulo: Universidade de São Paulo - Instituto de Física/Faculdade de Educação, 1996 (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – modalidade Ensino de Física).

VIEIRA PINTO, Álvaro. **Ciência e existência: problemas filosóficos da pesquisa científica**. São Paulo: Paz e Terra, 1979.

ZANETIC, João. **Física também é cultura**. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1989 (Tese, Doutorado em Educação).

\_\_\_\_\_. **Evolução dos conceitos de física** (1ª parte) - Notas de aula. São Paulo: Instituto de Física/USP, 2006.

\_\_\_\_\_. **Física e cultura**. *Ciência e Cultura*, v. 57, nº 3. São Paulo: julho/setembro, 2005.

ZANETIC, João; MOZENA, Érika Regina. **Evolução dos conceitos da física** (2ª parte) – Notas de aula. São Paulo: Instituto de Física/USP, 2004.

ZYLBERSZTAJN, Arden. **Galileu: um cientista e várias versões**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.5 (Número especial), p. 36-48, junho, 1988.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - PREFÁCIO

A construção de nossa proposta de material requereu o enfrentamento de obstáculos de distintos graus de dificuldade: alguns exigiram mais reflexão e empenho; outros maiores riscos a serem assumidos. Há alguns casos nos quais os desafios não eram exatamente dificuldades e sim, etapas que mereceram atenção e ponderação diferenciada. Há outros casos nos quais os desafios geravam conflitos ou mesmo dilemas. De qualquer modo, tanto buscar superar como contornar os obstáculos envolveu fazer escolhas e assumir riscos. Esperamos que nossas reflexões possam apontar possibilidades e motivar a criatividade para qualquer situação, mesmo as mais imprevistas.

Na preparação do curso, pensamos que seria muito produtivo um trabalho conjunto com outras disciplinas. Se outros professores conhecessem os textos e os propósitos da componente curricular, poderiam discutir aspectos de suas áreas de especialidade para favorecer ao aluno um entendimento mais amplo do conteúdo, porém, naquele momento não foi possível contar com esse recurso, mas esperamos que em outras oportunidades possamos utilizá-lo. Uma vez que pretendíamos construir um material específico para o conteúdo, o contexto que nos levou à construção se tornou autônomo. Todavia, é interessante registrar essa possibilidade, de poder fazer um trabalho conjunto com outras componentes curriculares, pois um trabalho multidisciplinar poderia contribuir e muito para a formação de nossos licenciandos e futuros professores de Física.

Levar a História da Física para a sala de aula, como parte do processo de formação de professores, envolve diferentes obstáculos, dificuldades e desafios. Esperamos que com o nosso trabalho, com as soluções apresentadas e os riscos potenciais assumidos, possamos contribuir, de algum modo, para incentivar a desfazer a visão ingênua de uma Ciência condescendente e ressaltar a questão da relação dessa Ciência na evolução histórico-social do homem, desfazendo a impressão de “que as coisas vem do nada”, “fluindo” apenas da mente de pessoas privilegiadas.

Esperamos que nosso material possa ser útil e ajude nossos colegas professores (e futuros colegas também) em sua prática pedagógica, levando a História da Física para a sala de aula como proposta de um ensino de Física mais interessante, atual e que desperte a vontade e necessidade dos estudantes de

buscarem um ensino de melhor qualidade essa disciplina.

## APÊNDICE B - APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA PARA A COMPONENTE CURRICULAR EVOLUÇÃO DAS IDÉIAS DA FÍSICA

Os textos utilizados em sala de aula serão apresentados em um portfólio; os demais textos, apresentações em *PowerPoint*, documentários e/ou filmes, (com exceção do filme “O Nome da Rosa”) estão inclusos em um CD.

Para o filme “O Nome da Rosa”, será entregue um DVD original.

Portfólio, CD e DVD serão entregues conjuntamente a esse trabalho.

Nosso cronograma tem uma: a previsão de vinte aulas semestrais, num total de sessenta horas-aula, sendo três aulas a cada semana.

Em sequência ao cronograma, faremos uma exposição detalhada de cada aula.

### CRONOGRAMA

<b>CURSO:</b>	<b>Licenciatura – Física – 7º período</b>
<b>DISCIPLINA:</b>	<b>Evolução das Ideias da Física</b>

<b>Aulas</b>	<b>Conteúdo ministrado por semestre</b>
1	1. Apresentação: ementa, formas de avaliação, artigos para trabalho final. 2. Filme "O Nome da Rosa": o filme é uma transposição para o cinema do romance homônimo de Umberto Eco e ilustra a importância do domínio do conhecimento antes da revolução científica de Galileu.
2	1. Leitura, reflexão e discussão dos textos: "A necessidade de uma história da Física", de José Fernando Rocha (org.), p. 21-27 e "A grande história de mistério", Einstein e Infeld, p.13-14. 2. Entrega de lista com sugestões de artigos para a atividade avaliativa final.
3	1. Leitura, reflexão e discussão do texto: "O que é Ciência?" de Mário Bunge. 2. Entrega de questionário referente ao texto.
4	1. Leitura, reflexão e discussão do texto: "A teoria khuniana da Ciência: um discurso de homenagem", de Rafael Cordeiro Silva. 2. Entrega de questionário referente ao texto.
5	1. Leitura, reflexão e discussão dos textos: "O surgimento da filosofia na Grécia antiga" - Iniciação à História da Filosofia, de Danilo Marcondes e "Os filósofos pré-socráticos". Iniciação à História da Filosofia, de Danilo Marcondes. 2. Apresentação Power Point: Mito da Caverna. 3. Entrega de questionário referente aos textos.
6	1. Exibição do episódio sete – A espinha dorsal da noite: série Cosmos, de Carl Segan.

Aulas	Conteúdo ministrado por semestre
	2. Exibição do episódio um – As margens do oceano cósmico: série Cosmos, de Carl Segan, com especial atenção para a segunda metade do episódio – Erastóstenes e o Calendário do Universo.
7	1. Leitura, reflexão e discussão do texto: "Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?", de Luis Peduzzi – Caderno Catarinense do Ensino de Física, volume 13, nº 1, p. 48-63, abr.1996. 2. Entrega de questionário referente ao texto. 3. Leitura recomendada: Gênios da Ciência, nº 6 – Aristóteles, o pai de todas as Ciências – série especial do periódico <i>Scientific American Brasil</i> , Duetos.
8	1. Sessão coordenada: apresentação de textos, artigos ou trabalhos escolhidos pelo professor (ou pelos alunos com prévia aprovação do professor) referentes à componente curricular "Evolução das Ideias da Física", para alunos e professores do curso de Licenciatura em Física.
9	1. Exibição do episódio três – Harmonia dos mundos (Kepler): série COSMOS, de Carl Segan. 2. Laboratório de Informática – Simulação das leis de Kepler: site <a href="http://astro.if.ufrgs.br">http://astro.if.ufrgs.br</a> . 3. Entrega de questionário referente a Kepler. 4. Leitura recomendada: Arthur Koestler <sup>7</sup> , Os Sonâmbulos, especialmente do tópico 9 (Os Alçapões da Gravidade) do capítulo VI da Quarta Parte, nas páginas 231-233. 5. Entrega do texto: capítulos 3 e 4 do livro " <i>Teoria do Ímpeto</i> ", Leandro Bertoldo, que o aluno deverá ler previamente para a próxima aula.
10	1. Apresentação em PowerPoint "A Física do Impetus". 2. Leitura recomendada: A Evolução das concepções sobre força e movimento, de Arden Zylbersztajn <sup>8</sup> .
11	1. Apresentação: documentário "Galileu – A batalha pelo céu" baseado no livro <i>A Filha de Galileu</i> , de Dava Sobel (Companhia das Letras, 2000). 2. Leitura recomendada: Gênios da Ciência, nº 3 – Galileu, o ombro gigante da Física – série especial do periódico <i>Scientific American Brasil</i> , Duetto Editorial.
12	1. Apresentação Power Point: Galileu Galilei – Astronomia e Diálogo sobre os dois Principais Sistemas do Mundo. 2. Entrega de questionário referente a Galileu.
13	1. Leitura, reflexão e discussão dos textos:

<sup>7</sup> KOESTLER, Arthur. Os Sonâmbulos. São Paulo: Ibrasa, 1961.

<sup>8</sup> Fonte: [www.fsc.ufsc.br/~arden/evolucaohist](http://www.fsc.ufsc.br/~arden/evolucaohist).

Aulas	Conteúdo ministrado por semestre
	<p>a) Renè Descartes - "Evolução das Ideias da Física", p. 171-177, Antônio S. T. Pires.</p> <p>b) Descartes "Origens e Evolução das Ideias da Física", p. 87-91, José Fernando Rocha (org.).</p> <p>2. Entrega de questionário referente aos textos.</p> <p>3. Leitura recomendada: Giovanni Reale &amp; Dario Antiseri, História da Filosofia, volume III, capítulo décimo quinto – “Descartes: o fundador da filosofia moderna”.</p>
14	<p>1. Apresentação Power Point: Newton - dados biográficos; divisão dos "Principia".</p> <p>2. Leitura, reflexão e discussão do texto: “A Teoria da Gravitação: Vicissitudes dos Principia Mathematica”, de Márcio Quintão Moreno.</p> <p>3. Entrega de questionário referente a Isaac Newton.</p> <p>4. Leitura recomendada: “Uma exposição didática de como Newton apresentou a teoria gravitacional”, de Olival Freire Junior, Manoel Matos Filho e Adriano Lucciola do Valle.</p> <p>5. Entrega do texto: Capítulo II, "Origens e Evolução das Ideias da Física", p.139-181, José Fernando Rocha (org.), que o aluno deverá ler previamente para a próxima aula.</p> <p>6. Leitura recomendada: Gênios da Ciência, nº 7- Newton, o pai da Física moderna – série especial do periódico <i>Scientific American Brasil</i>, Duetto Editorial.</p>
15	<p>1. Leitura, reflexão e discussão dos textos: "Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como forma de movimento", Alexandre Medeiros e “Energia não é a capacidade de produzir trabalho” de Robert L. Lehrman.</p> <p>2. Leitura recomendada: "A Termodinâmica e a Invenção das Máquinas Térmicas", Sérgio Quadros.</p> <p>3. Entrega de questionário referente à Termodinâmica.</p>
16	<p>1. Apresentação (Power Point): Eletromagnetismo.</p> <p>2. Entrega de questionário referente ao Eletromagnetismo.</p>
17	<p>1. Leitura, reflexão e discussão do texto: “Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo”, Roberto de Andrade Martins, Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10): 89-114, 1986.</p>
18	<p>1. Apresentação de documentário: A saga do prêmio Nobel – “A Teoria Quântica” e “Da Relatividade ao Big Bang”<sup>9</sup>.</p> <p>2. Leitura recomendada: “História da Ciência: A Ciência e o Triunfo do Pensamento</p>

<sup>9</sup> <http://www.youtube.com/user/Sabermainsnaweb>

<b>Aulas</b>	<b>Conteúdo ministrado por semestre</b>
	Científico no Mundo Contemporâneo”, Volume III, p. 159-217.
19	1. Entrega de todos os questionários corrigidos: avaliações e comentários.
20	1. Atividade avaliativa final: apresentação de artigos por alunos.

## **EXPOSIÇÃO DAS AULAS**

### **AULA 1**

O conteúdo da componente curricular, já mencionado no início deste trabalho, contempla: a Ciência na Antiguidade; a Física na Idade Média; a Nova Astronomia; a evolução das ideias sobre “os sistemas do mundo” em Aristóteles, Copérnico, Galileu e Kepler, as implicações do movimento da Terra na mecânica de Galileu; Bacon, Descartes e Huygens; revolução Copernicana; Newton e a visão mecanicista da natureza; mecânica pós-newtoniana; Energia, Calor e Entropia; Teoria Eletromagnética: os aspectos da história do eletromagnetismo: Faraday e Maxwell; Teoria da Relatividade Restrita; o nascimento da Física Moderna; a Mecânica Quântica e suas várias interpretações e as implicações e concepções da história e epistemologia da Física para o ensino.

As formas de avaliação e os temas sugeridos para apresentação do trabalho final se encontram adicionados no apêndice C deste trabalho.

Nessa aula, é feita uma breve explanação da História da Física sendo apresentados aos alunos os artigos indicados para o trabalho final.

É permitida a escolha de algum outro artigo não indicado pelo professor, desde que o mesmo tenha um envolvimento concreto com o conteúdo ministrado.

Gostaríamos de ressaltar que não está previsto em nosso curso avaliação do tipo “prova final”(pode ser feito, fica a critério de cada professor), exige-se, no entanto, que sejam aplicadas pelo menos duas avaliações (de qualquer tipo: questionários, apresentação de artigos ou textos, provas, etc.) por semestre, no valor de dez (10,0) pontos, de modo a ser feito uma média aritmética.

Não trabalhamos com grupos, pois nossas turmas finais (7º semestre) são compostas por pouquíssimos alunos (a turma com a qual trabalhamos tinha apenas três alunos).

Orientamos os alunos a lerem o livro “Origens e Evolução das Ideias da Física”, com o propósito de complementar aquilo que esta professora irá expor e

também porque é o livro indicado como apoio (não como livro-texto) para os alunos no PPC do curso.

Após apresentação do conteúdo e das propostas de avaliação, foi apresentado o filme “O Nome da Rosa”, que é uma transposição para as telas do romance homônimo de Umberto Eco e ilustra a importância do domínio do conhecimento antes da revolução científica de Galileu: o “Nome da Rosa” pode ser interpretado como tendo um caráter filosófico, quase metafísico, já que nele também se busca a verdade, a explicação, a solução do mistério, a partir de um novo método de investigação. E o personagem principal, o monge franciscano William de Baskerville, é o detetive e, também, o filósofo que investiga, examina, interroga, duvida, questiona e, por fim, com seu método empírico e analítico, desvenda o mistério, ainda que para isso seja pago um alto preço.

A expressão "O nome da Rosa" foi usada na Idade Média significando o infinito poder das palavras. O nome “rosa” é utilizado mesmo que não esteja presente e nem sequer exista. A "rosa", centro real desse romance, é a antiga biblioteca de um convento beneditino, na qual estavam guardados, em grande número, códigos preciosos: parte importante da sabedoria grega e latina que os monges conservaram através dos séculos. O filme traz uma discussão dos elementos formadores da cultura moderna, o surgimento do pensamento moderno, no período da transição da Idade Média para a Modernidade.

## AULA 2

Nessa aula, dois textos são utilizados: “A necessidade de uma história da Física” e “A grande história de mistério”.

O primeiro texto é uma tentativa de instigar, mostrar aos alunos a importância desse conteúdo em seu aprendizado e em sua formação. Por experiência própria, sabemos o quanto foi importante o estudo da História da Física e o quanto esse estudo engrandeceu, melhorou nossa didática e até mesmo nosso relacionamento com os alunos.

O segundo texto mencionado é uma adaptação feita pelo Prof. Me. Tomás Aquino Silveira, do primeiro capítulo de *A Evolução da Física*, de Einstein e Infeld.

Ele apresenta o trabalho do cientista como um trabalho de detetive, ou como a atividade de um leitor de um romance policial, mas que não tem como chegar à solução final: um detetive que não pode obter a confissão do culpado, ou um leitor

que não pode ler as últimas páginas em que o mistério seria desvendado. Trata-se de uma pequena provocação, um início de conversa, uma tentativa de despertar o aluno para as discussões que pretendemos empreender no decorrer da disciplina.” (SILVEIRA, 2008, p.73-74).

A utilização desses dois textos na mesma aula é uma forma de motivar, aguçar os sentidos - um convite na busca da compreensão de que o conhecimento científico precisa ser devidamente contextualizado e do quanto essa contextualização é relevante na formação do futuro professor de Física.

Queremos que o aluno perceba, ao analisar a importância de determinada contribuição científica, dentre outras coisas, aquilo que levou o homem a se envolver com aquela proposição e quais as dificuldades conceituais, experimentais, filosóficas, socioculturais que o novo conhecimento teve de superar e buscou melhorar: “o homem que domina a natureza é o homem concebido como ser social e histórico” (VIEIRA PINTO, 1979, p.518).

O início ou ponto de partida é sempre uma indagação, um problema. Sendo assim, insatisfações de ordem conceitual, filosófica, religiosa, entre outras, podem ser a causa desse problema. Dessa forma, o esclarecimento dos conhecimentos vigentes e o seu questionamento são fundamentais ao se analisar o contexto científico.

A Ciência pode ser interpretada em sua ascensão histórica como um processo indefinido pelo qual a consciência humana descobre o caráter problemático da situação onde se encontra, ao sentir a resistência da realidade à consecução de alguma ideia que proponha a si mesma enquanto finalidade para ação de transformação da natureza; compreende ainda que esse caráter supera essa resistência, resolvendo o problema com o auxílio das forças materiais, que o mundo lhe põe ao alcance. (VIEIRA PINTO, 1979, p. 519).

#### AULAS 3 e 4

Nessas duas aulas vamos utilizar os textos: O que é Ciência (Mário Bunge) e A teoria khuniana da Ciência: um discurso de homenagem (Rafael Cordeiro Silva).

A proposta de trabalhar com esses textos tem por objetivo, promover ao licenciando o conhecimento de concepções diversas e diferenciadas, para que possa ele buscar suas próprias ideias, e sua própria identidade.

Para Mário Bunge<sup>10</sup>, o conhecimento científico é constituído por ideias que se vinculam entre si mediante regras lógicas e se organizam em sistemas (teorias). Na atividade científica, o cientista tem percepções, elabora imagens, segue normas, etc., e tudo isso está a serviço da concepção e transformação de ideias. A Ciência pressupõe, entre outros postulados, que a realidade é ordenada, vale dizer que as coisas, os acontecimentos e os processos, embora transitórios e aparentemente irregulares, obedecem a configurações estáveis ou reproduzíveis (padrões).

Enquanto os animais inferiores só estão no mundo, o homem trata de entendê-lo e sobre a base de sua inteligência imperfeita, mas perfectível do mundo, o homem procura assenhorear-se dele para torná-lo mais confortável. Neste processo constrói um mundo artificial: esse crescente corpo de ideias chamado "Ciência" que pode caracterizar-se como conhecimento racional, sistemático, exato, verificável e, por conseguinte, falível. Por meio da investigação científica o homem tem alcançado uma reconstrução conceitual do mundo que é cada vez mais ampla, profunda e exata. (BUNGE, 1973).

A contribuição mais importante de Kuhn no contexto epistemológico talvez tenha sido a inclusão de argumentos históricos e sociológicos como inerentes ao debate filosófico sobre a Ciência. Acreditamos ser esta uma contribuição de caráter "revolucionário", utilizando um conceito tirado de seu próprio contexto de ideias. É interessante notar como se deu a recepção das ideias de Kuhn no contexto das Ciências humanas, os aspectos da "Ciência revolucionária" presentes em sua epistemologia, que remetem diretamente aos processos de descontinuidade na produção científica.

Entendemos que é de fundamental importância na formação dos futuros professores de Física o conhecimento de ideias e opiniões diferenciadas, para que eles possam: confrontar, comparar, medir, pensar e buscar o seu direcionamento, a sua posição enquanto professor, sendo também capaz de:

- lidar com princípios muito pouco explorados sobre a natureza da Ciência e do trabalho científico;
- explorar o debate de temas polêmicos;
- apresentar a Ciência e sua história como parte integrante do patrimônio cultural da

---

<sup>10</sup> Nascido em Buenos Aires, Bunge é físico de formação, tendo sido professor de Física e de Filosofia, defensor do realismo científico e da filosofia exata. Lecionou em numerosas universidades europeias e norte-americanas. No Brasil, foi professor da Unicamp.

humanidade.

- lidar com dificuldades conceituais dos estudantes, constituindo-se em um interessante instrumento didático de observação, partindo daquilo que ele pensa e como vai construir conhecimentos em um mundo muito diferente e distante daquele vivenciado pelas pessoas e pelos cientistas de outras épocas.
- favorecer o aprendizado significativo de conceitos que o ensino tradicional acaba transformando em simples resolução de problemas;
- tornar as aulas de Física mais interessantes, desafiadoras e reflexivas, desenvolvendo o pensamento crítico, para que o aluno possa fundamentar sua argumentação;
- amenizar a divisão do conhecimento científico em categorias: compartimentalização;
- fazer com que o aluno se interesse mais pelo aprendizado da Física;

Ao final de cada uma dessas aulas, são entregues aos alunos dois questionários – um referente ao texto “A teoria khuniana da Ciência: um discurso de homenagem” e outro referente ao “O que é Ciência”, sendo propiciado aos alunos um prazo<sup>11</sup> para entrega dos mesmos.

## AULA 5

Nessa aula vamos nos dedicar à leitura, reflexão e discussão dos textos:

- a) “O surgimento da filosofia na Grécia antiga”,
- b) “Os filósofos pré-socráticos”.

Os textos são os dois primeiros capítulos do livro *Iniciação à História da Filosofia*, Danilo Marcondes<sup>12</sup>.

Aparentemente parece muita pretensão de nossa parte querer que os alunos façam tudo isso (leitura, reflexão e discussão) em uma única aula: quando nos referimos à aula 1, 2, etc., estamos falando em três aulas semanais geminadas – aulas de uma hora cada – que nos propiciam um tempo bastante adequado para aquilo que nos propusemos a fazer.

No que concerne aos alunos, não encontramos nenhum tipo de problema: os

<sup>11</sup> Aproximadamente dez dias, dependendo da necessidade, o prazo pode ser aumentado – trabalhamos com período noturno e alunos trabalhadores.

<sup>12</sup> MARCONDES, Danilo. *Iniciação à História da Filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001, p. 19-39.

textos propostos foram considerados interessantes, tendo provocando discussões bastante acaloradas e muito produtivas.

Após a leitura, faremos uma exposição do tema baseado texto, procurando deixar bem marcada a diferença entre pensamento mítico e pensamento filosófico-científico:

Quais são as diferenças entre o pensamento mítico e o pensamento filosófico? Explique como se dá a transição de um a outro na antiguidade clássica.

O pensamento mítico precedeu a filosofia, mito é uma necessidade humana que tem sua origem no desejo de controlar o mundo, de superação do medo e da insegurança. É uma verdade que não obedece a lógica empírica nem científica, portanto é uma verdade intuitiva que não necessita de provas, porque está muito mais ligado à magia, ao desejo e ao querer que as coisas aconteçam de um determinado modo. O mito tranquiliza o homem dentro do mundo natural e estabelece modelos de atividades humanas. O pensamento filosófico é, antes de tudo, uma forma de observar a realidade que procura pensar os acontecimentos além da sua aparência imediata. Ele pode se voltar para qualquer objeto: pode pensar sobre a Ciência, seus valores e seus métodos; pode pensar sobre a religião, a arte; o próprio homem, em sua vida cotidiana.

(Fonte: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/pensamentosdidaticos> e pensamentos filosóficos).

Ao término da aula, é entregue um questionário<sup>13</sup> (que é a unificação de dois questionários propostos no livro de Danilo Marcondes - p. 29 e p. 39 - sendo que um deles teve pequenas alterações feitas pelo Prof. Me. Tomás Aquino Silveira) referente ao texto.

## AULA 6

O nascimento do pensamento científico na nossa civilização e nossa essência interior são os temas desse episódio “*A Espinha Dorsal da Noite*”, da série *Cosmos*, que discute o nascimento do pensamento científico na nossa civilização, destacando o papel da observação e da curiosidade humana nesta conquista, abordando temas como o Universo e sua criação e a origem da vida, dentre outros,

---

<sup>13</sup> Que é a unificação de dois questionários propostos no livro de Danilo Marcondes - p. 29 e p. 39 - sendo que um deles teve pequenas alterações feitas pelo Prof. Me. Tomás Aquino Silveira.

apresentando várias abordagens sobre o cosmos e realizando diversos questionamentos sobre a forma, o tamanho e a visibilidade dos astros, bem como a localização destes no Universo.

O grande despertar jônico<sup>14</sup> acerca dos fenômenos naturais e cosmológicos também é um dos destaques desse episódio, o qual explora o processo de racionalização das explicações dos fenômenos cósmicos desenvolvido pela civilização jônica, mostrando como a Via Láctea foi interpretada de diferentes modos ao longo da história: “O que são as estrelas? Houve um tempo em que homens curiosos imaginavam que as estrelas fossem campos em fogo no céu, sustentados por uma magia, ou pensavam que a Via Láctea era a *espinha dorsal da noite*”, frases de Carl Sagan ao iniciar o episódio.

No episódio “*As Margens do Oceano Cósmico*”, Carl Sagan embarca numa imensa viagem cósmica, a bordo de uma nave espacial imaginária, transportando-nos às maravilhas do Cosmos: quasares, galáxias em espiral, nebulosas, supernovas e pulsares. O ponto de destaque é quando Sagan nos mostra como Erastóstenes pela primeira vez calculou a medida do diâmetro da Terra, “*As únicas ferramentas que Erastóstenes usou foram varetas, olhos, pés e cérebro, além de sua inclinação para os experimentos*”.

Outros destaques desse episódio são: a biblioteca de Alexandria, o berço do aprendizado do mundo antigo e o “Calendário Cósmico”, que nos proporciona o entendimento da expansão do tempo desde o “Big Bang” até o os dias de hoje.

## AULA 7

A concepção de Universo de Aristóteles atravessou barreiras geográficas e históricas. Ela se espalhou e foi constantemente aperfeiçoada nos séculos que se seguiram a sua proposição. Apenas na Idade Média é que encontramos críticas mais profundas ao sistema aristotélico.

Inicialmente, pode nos parecer absurdo que essa teoria tido sucesso na explicação do mundo. Porém, é necessário compreender que essas ideias foram formuladas e avaliadas há mais de dois mil anos, numa época em que certamente

<sup>14</sup> A Escola Jônica, assim chamada por ter florescido nas colônias jônicas da Ásia Menor. Compreende os jônios antigos e os jônios posteriores ou juniores. A escola jônica é também a primeira do período naturalista, preocupando-se os seus expoentes com achar a substância única, a causa, o princípio do mundo natural vário, múltiplo e mutável. Essa escola floresceu precisamente em Mileto, colônia grega do litoral da Ásia Menor, durante todo o VI século, até a destruição da cidade pelos persas no ano de 494 a.C., prolongando-se porém ainda pelo V século. Fonte: <http://www.mundociencia.com.br/filosofia/presocraticos.htm>.

os valores, as necessidades, as crenças e os critérios das pessoas eram muito diferentes dos nossos.

A Física de Aristóteles foi uma construção teórica bastante complexa, profundamente integrada a um pensamento filosófico especialmente abrangente e elaborado a partir dos elementos empíricos fornecidos pela experiência humana da época. A força intelectual desse pensamento como forma organizada do conhecimento científico prevaleceu por cerca de dezoito séculos.

O desenvolvimento da aula se dá por meio de uma apresentação baseada no texto de Peduzzi (1996). O destaque está em mostrar que a Física aristotélica fazia sentido, estando de acordo e em conformidade com todo um sistema filosófico da época.

Ao término da aula, é entregue o questionário referente ao texto de Peduzzi.

## AULA 8

Esta sessão é uma proposta fechada em reunião do Colegiado de Física, de se realizar encontros de comunicação coordenada com os estudantes do Curso de Licenciatura em Física.

Os estudantes defenderão uma temática voltada para o Ensino de Física ou pesquisas de diferentes temáticas científicas.

Os textos defendidos podem ser elaborados pelos próprios estudantes ou por outros autores, podendo ser apresentados, também, artigos de revisões bibliográficas ou resultados de pesquisas concluídas.

O objetivo dessa sessão é proporcionar aos estudantes do Curso de Licenciatura em Física a oportunidade de apresentar trabalhos de cunho científico, estudar temas correlatos às temáticas atuais e a obtenção de horas complementares.

No caso de nossa componente curricular, os textos escolhidos deverão ter relação com o conteúdo ministrado, e a apresentação tem uma avaliação a ser considerada no contexto das avaliações que serão feitas ao longo do semestre.

## AULA 9

O episódio “*A Harmonia dos Mundos*”, da série *Cosmos*, é focado na constituição do modelo heliocêntrico; o próprio título é uma frase de Johannes Kepler.

O documentário inicia com uma comparação da astronomia e da astrologia; ao mesmo tempo em que questiona a validade da astrologia, Carl Sagan lamenta a falta de espaço para a astronomia nos jornais americanos. O apresentador/astrônomo nos leva às ruínas da civilização Anasazi<sup>15</sup> para demonstrar como os povos antigos já faziam observações acuradas do movimento do sol. Tais informações tinham um sentido prático para estes povos.

O episódio passa então a apresentar a cosmografia grega e o modelo geocêntrico de Ptolomeu. Na sequência, é apresentado o modelo de Copérnico.

O ponto com mais espaço no documentário é a conturbada vida de Kepler, incluindo sua relação com Tycho Brahe. São abordadas as tentativas de Kepler para apurar o modelo de Copérnico, até a sua descoberta do modelo elíptico e a formulação das leis do movimento celeste. Por fim são destacadas as contribuições de Kepler e Isaac Newton para as descobertas posteriores.

Ao término da aula, é entregue questionário referente a Kepler e texto: capítulos 3 e 4 do livro “*Teoria do Ímpeto*” (Leandro Bertoldo), que o aluno deverá ler previamente para a próxima aula.

## AULA 10

O tema é desenvolvido com uma apresentação preparada em *PowerPoint*, baseada no texto indicado na aula anterior: capítulos 3 e 4 do livro “*Teoria do Ímpeto*”, Leandro Bertoldo. Com esse conteúdo, queremos mostrar que existiu uma Física antes de Galileu e Newton, e que alguns resultados dessa Física ainda são usados hoje em dia, como é o caso de algumas equações da cinemática.

O estudo do Impetus estava ligado tanto aos movimentos dos astros, como aos movimentos de corpos terrestres.

No desenvolvimento da aula são mostradas diversas descrições do *impetus*:

- Impressão de um poder de automovimento - o Impetus seria uma força motriz incorpórea transmitida de um motor inicial ao corpo posto em movimento.
- Impetus - Teoria medieval proposta por João Filoponos, escritor alexandrino do século V. Segundo ele, desde o começo, Deus aplicou aos corpos celestes um impulso, uma força motriz própria, que não declinava com o tempo. Além disso, para ele, um corpo terrestre em movimento não necessitava estar em contato físico per-

<sup>15</sup> Antigo povo indígena norte-americano que viveu cerca de 1.200 a.C. Os restos encontrados mostram um conhecimento de cerâmica, tecelagem e irrigação, além de denotarem observações dos movimentos solares. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Anasazi>.

manente com um motor, pois o ímpeto recebido pelo motor conservava o deslocamento desse corpo no espaço. Esse *impetus*, segundo Filiponos, é uma qualidade que declinava gradualmente, pois os corpos voltavam, com o tempo, ao repouso.

- Posteriormente essa teoria foi aprimorada pelo francês Jean Buridan (1300-1360). Buridan desenvolveu dois argumentos contra as concepções de Aristóteles. Segundo ele: "... em primeiro lugar, um pião ao girar não muda de posição; com isso, não pode ser movido pelo ar deslocado. Em segundo lugar, um dardo de extremidade achatada não se desloca mais depressa do que outro pontudo em ambas as extremidades. Se o ar fosse a razão do impulso, o primeiro deveria ser mais rápido". Como Filiponos, negava a intervenção de seres angelicais no movimento dos astros e imaginava os últimos deslocando-se graças a um ímpeto inicial de que eram dotados. Esse impulso jamais diminuiria, pois não havia resistência do ar, no céu. Podemos ver aqui a diferença entre o "ímpetus de Filiponos", que diminuía com o tempo, e o "ímpetus de Buridan", que era constante durante o movimento.

Entre os séculos XIV e XVI, a teoria do *impetus* se manteve apenas entre seus adeptos, já que em nenhum momento suas opiniões foram aceitas de modo amplo, prevalecendo uma teoria ortodoxa: o sistema aristotélico cristianizado<sup>16</sup>.

Por experiência própria, essa professora não se surpreende com a surpresa dos alunos ao serem "apresentados" a essa teoria, porque também nós não a conhecíamos, comprovando mais uma vez o quanto a história da Física nos revela elementos realmente importantes no processo de criação dos seus conceitos e ideias.

## AULA 11

Galileu Galilei, acusado de heresia pelo Santo Ofício<sup>17</sup> por defender o princípio copernicano de que a Terra girava em torno do Sol, é o protagonista deste documentário, baseado em documentos reais. O documentário "*Galileu – A batalha pelo céu*" reconstrói a partir do livro "*A filha de Galileu*", de Dava Sobel, com uma graciosidade sem equivalente, a personalidade e os feitos daquele cuja vida, rica em

<sup>16</sup> (Fonte: [http://fep.if.usp.br/~profis/experimentando/diurno/downloads/Texto\\_Historico\\_Horror\\_ao\\_Vacuio\\_e\\_Teorias\\_do\\_Impetus.pdf](http://fep.if.usp.br/~profis/experimentando/diurno/downloads/Texto_Historico_Horror_ao_Vacuio_e_Teorias_do_Impetus.pdf)).

<sup>17</sup> O Tribunal do Santo Ofício era uma instituição eclesiástica de carácter "judicial", que tinha por principal objetivo "inquirir heresias" - daí também ser conhecido como Inquisição. As origens desta instituição podem ser encontradas na Idade Média. Fonte: [http://www.infopedia.pt/\\$tribunal-do-santo-oficio](http://www.infopedia.pt/$tribunal-do-santo-oficio).

aventuras intelectuais, conquistou o mundo, mudando a face da Ciência e abalando a Igreja Católica.

Alternando entre a vida pública do notável cientista e o mundo secreto de Maria Celeste, sua filha, nos é mostrada uma era marcada pela indagação da humanidade acerca do seu lugar no Cosmos e por uma dissidência extrema entre a Ciência e a religião.

Com simplicidade e elegância, objetividade e poesia, somos conduzidos pelos labirintos de uma história de inteligência, coragem e amor ao conhecimento, através da vida de Galileu e da profunda relação de amor fraternal que o unia a sua filha.

Com rigor historiográfico e um grande senso narrativo, o documentário reconstitui também a Itália renascentista, as ações da Inquisição (ver nota de rodapé 17), o ambiente das universidades, as intrigas palacianas e eclesiásticas, a Guerra dos Trinta Anos<sup>18</sup>, a Peste Negra<sup>19</sup>. Foi nesse mundo que viveu o chamado “pai da Ciência moderna”.

## AULA 12

A aula se desenvolve a partir de duas apresentações em PowerPoint sobre:

- Galileu Galilei e a Astronomia;
- Galileu Galilei: Diálogo sobre os dois principais Sistemas do Mundo.

A primeira apresentação trata das observações que Galileu fez a partir da construção de seu próprio telescópio (os primeiros telescópios surgiram na Holanda, por volta de 1600).

O grande mérito de Galileu Galilei foi apontar seu telescópio, até então usado para fins bélicos, em direção ao céu. Descobriu tantas coisas novas que em poucos meses escreveu e publicou “Sidereus Nuncius” (Mensageiro Estelar), uma obra de apenas vinte e quatro páginas, extraordinariamente rica em revelações:

– ao apontar seu telescópio para a Via-Láctea, Galileu observou que ela é formada por incontáveis estrelas;

<sup>18</sup> Recebe o nome de Guerra dos Trinta Anos uma série de guerras e conflitos que diversas nações europeias travaram entre si a partir de 1618, principalmente na Alemanha, motivados por rivalidades religiosas, dinásticas, territoriais e comerciais. Fonte: <http://www.sohistoria.com.br/ef2/trintaanos/>.

<sup>19</sup> Também chamada de **peste bubônica**, assim ficou conhecida a pandemia que, vinda da China em navios mercantes, entre 1347 e 1350, rapidamente se espalhou para diversos países com consequências desastrosas, reduzindo a população europeia em aproximadamente um terço (cerca de 25 milhões de pessoas). Fonte: <http://www.infoescola.com/doencas/peste-negra-bubonica/>.

- Galileu também verificou, em 1610, que Júpiter tinha quatro satélites luminosos;
- observou ainda que a Lua não era como se pensava, uma esfera lisa com luz própria, mas que sua superfície era marcada por vales e montanhas e que sua luz era refletida;
- “*Cartas sobre manchas solares*” (1613) colocam em palavras a sua predileção pelo sistema heliocêntrico.

Em 1632, Galileu publicou os Diálogos sobre os dois maiores sistemas do mundo, o geocêntrico e o heliocêntrico. A obra reproduz uma conversa entre três personagens: Salviati, que defende as teses de Copérnico; Sagredo, um observador neutro; e Simplicius, defensor de Aristóteles e Ptolomeu. Salviati é sempre brilhante, Sagredo logo abandona a imparcialidade e passa a apoiá-lo com entusiasmo, e Simplicius, defensor de Aristóteles, é francamente derrotado em todas as discussões.

As apresentações dessa aula e o documentário da aula anterior tem o intuito de envolver os alunos com a história de Galileu, promovendo discussões e debates, demonstrando como a História da Física é dinâmica e está em constante movimento.

Ao término da aula, é entregue questionário referente a Galileu.

## AULA 13

René Descartes foi quem melhor sistematizou um conjunto de ideias que repercutiu diretamente na formação de uma nova era, os novos tempos, que teve na Ciência e na tecnologia os seus pilares fundamentais. Em “Discurso do Método”, assim se expressa:

O bom senso é a coisa do mundo melhor partilhada, pois cada um pensa ser tão bem dotado desta qualidade, que mesmo os que são mais difíceis de se contentar com qualquer outra coisa não costumam desejar tê-lo mais do que o têm. E não é verossímil que todos se enganem a esse respeito, pois isso, antes, demonstra que o poder de julgar e distinguir bem o verdadeiro do falso, que é o que se denomina propriamente de bom-senso ou razão, é naturalmente igual em todos os homens; e, destarte, a diversidade de nossas opiniões não provém do fato de sermos uns mais racionais do que outros, mas somente do fato de conduzirmos nossos pensamentos por vias diferentes e de não levarmos em conta as mesmas coisas. Pois não é

suficiente possuir um espírito bom; o mais importante é aplicá-lo bem. As maiores armas são capazes dos maiores vícios, assim como das maiores virtudes; e aqueles que só caminham muito lentamente podem avançar muito mais, se sempre seguirem o caminho certo, do que aqueles que correm e dele se afastam.” (DESCARTES, 2001).

Nessa aula, queremos destacar o método de Descartes – verificar, analisar, sintetizar e enumerar - e a “sua Física” onde a natureza funciona de acordo com leis mecânicas, que descreveriam o comportamento da matéria sob a ação de forças:

- “Cada coisa permanece no estado em que está se nada vier a muda-lo; todo corpo que se move tende a continuar seu movimento em linha reta”. (PIRES, p. 172).

- “Se dois corpos tem massas e velocidades iguais antes de uma colisão, então ambos serão refletidos pela colisão e reterão as mesmas velocidades que tinham antes; se dois corpos tem massas diferentes, em uma colisão o corpo mais leve será refletido e sua velocidade ficará igual àquela do mais pesado. A velocidade do corpo mais pesado ficará inalterada”. (PIRES, p. 175).

Com a sua teoria Física, Descartes se torna um dos principais representantes do mecanicismo<sup>20</sup> moderno, tendo sido um dos primeiros a sistematizar uma teoria Física mecanicista - a visão do universo material como um relógio de precisão, não havendo propósito, vida ou espiritualidade na matéria → dualismo cartesiano: oposição entre matéria (*res extensa*) e pensamento (*res cogitans*) (REALE, G.; ANTISERI, D., Volume 3, p. 302).

Descartes justificava a sua concepção inercial de movimento a partir de uma noção teológica (não acreditando em nada que não pudesse ser demonstrado cientificamente, que não tivesse uma evidência incontestável, o método cartesiano). Ele acreditava ser Deus o criador do Universo, e sendo um Ser perfeito, a Deus, bastaria que tivesse criado a matéria e dado o pontapé inicial para que tudo evoluísse a partir de uma rede mecânica de causas e efeitos,

Como explicar então a multiplicidade dos fenômenos e seu caráter dinâmico? Através do movimento ou daquela “quantidade de movimento” que Deus injetou no mundo quando o criou e que permanece constante, porque não cresce nem diminui. (REALE,

---

<sup>20</sup> Mecanicismo: natureza como um mecanismo cujo funcionamento se rege por leis precisas e rigorosas: como uma máquina, o mundo era composto de peças ligadas entre si que funcionavam de forma regular e mecânica. Fonte: <http://esdrascabral.blogspot.com.br/2013/02/mecanicismo-deus-galileu-e-descartes.html>.

G.; ANTISERI, D., Volume 3, p. 301).

Ao término da aula, é entregue questionário referente a Descartes.

#### AULA 14.

Iniciamos a aula com algumas explicações (em uma apresentação em *Power Point*): dados biográficos de Newton, divisão dos *Principia*, conforme texto “A Teoria da Gravitação: Vicissitudes dos Principia Mathematica”, de Márcio Quintão Moreno (texto também entregue aos alunos).

Adquirimos os livros “Principia”<sup>21</sup> (Livro I: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural; Livro II: O Movimento dos corpos (em meios com resistência); Livro III: O sistema do Mundo(nessa edição em português o livro II e o livro III estão condensados em um único exemplar), com o objetivo de levá-los para sala de aula a fim de que os alunos tenham a oportunidade de conhecê-los e sentirem (como nós sentimos) a necessidade de adquiri-los e lê-los.

O Livro I apresenta o estudo geral do movimento, tratando particularmente das massas puntiformes em movimento sob a ação de centros atrativos e nele se demonstra que as leis empíricas de Kepler podem ser deduzidas a partir da hipótese de uma força atrativa variável com o inverso do quadrado da distância.

O livro II trata do movimento de corpos em meios resistentes (líquidos e gases) e do movimento desses mesmos fluidos (o movimento de esferas e cilindros em fluidos e a resistência a eles oferecida; a oscilação da água em tubos em U; a propagação de ondas na superfície da água; a velocidade do som no ar).

O livro III traz o conceito de gravitação e explicação de alguns fenômenos: o movimento planetário e o dos cometas; as marés; a precessão dos equinócios; achatamento polar da Terra.

Ao término da aula, é entregue questionário referente a Newton e o texto: “Origens e Evolução das Ideias da Física”, de José Fernando Rocha (org.), que o aluno deverá ler previamente para a próxima aula.

#### AULA 15.

---

<sup>21</sup> NEWTON, Isaac, Sir. *Principia: Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* – Livros I, II e III. São Paulo: EDUSP, 2012 (os livros II e III estão condensados em um único volume).

No século XVII, tínhamos duas teorias sobre a natureza do calor. Numa delas, o calor seria tal qual um fluido indestrutível, invisível e imponderável, o *calórico* - o calor como um fluido imponderável: Pierre Gassendi (astrônomo e filósofo francês), Lavoisier e Bertholet (químicos franceses), William Thomson (Lord Kelvin), William Cleghorn (Edimburgh, 1779) - que passava dos corpos quentes para os corpos frios. Na teoria concorrente, a “*Teoria do Movimento Molecular*”, o calor estaria ligado às vibrações dos átomos ou moléculas que compunham o material - o calor resulta do movimento das partículas: Francis Bacon e Robert Hooke.

Um dos objetivos dessa aula é mostrar a complexidade da teoria do calórico e o papel desempenhado por Benjamin Thompson, o conde de Rumford (1753-1814) para superá-la.

A teoria do calórico era dotada de um apreciável potencial explicativo, não facilmente refutável. Importante, também, parece ser apreciar os pressupostos sobre os quais essa teoria estava estabelecida. Isso feito, desfaz-se a aparência de uma coleção de afirmações sem uma clara procedência ou fundamento, que é a forma como ela aparece em boa parte dos livros didáticos. Vamos fazer uma breve retrospectiva da polêmica sobre a natureza do calor examinando os pressupostos sobre os quais a teoria do calórico veio a ser construída em meados do século XVIII e apontando as suas muitas possibilidades explicativas. Só assim vocês poderão entender a minha contribuição em uma perspectiva histórica. (MEDEIROS, Alexandre. Entrevista com o Conde de Rumford. Física na Escola, v. 10, Nº 1, 2009).

Benjamin Thompson (conde de Rumford) observou a produção de calor na perfuração dos canos para canhões (calor gerado pela fricção). Suas experiências forneceram um argumento contra a hipótese do *calórico*, ajudando a estabelecer o calor como uma forma de movimento e a estruturar a trilha de uma concepção energética que levaria, no século XIX, à construção da termodinâmica.

Outro objetivo é mostrar o desenvolvimento da termodinâmica e os grandes impactos causados por ela na sociedade e no desenvolvimento da civilização, através de grandes nomes<sup>22</sup> que contribuíram para a sua construção:

- *Joseph Black* (1728-1799): no estudo da fusão do gelo descobre a noção de calor latente, ele fez a distinção entre temperatura e calor;
- *James Watt* (1736-1819) - primeira máquina a vapor moderna;

<sup>22</sup> [http://www.ifsc.usp.br/~donoso/termodinamica/Historia\\_Termodinamica.pdf](http://www.ifsc.usp.br/~donoso/termodinamica/Historia_Termodinamica.pdf).

- *Sadi Carnot* (1796-1832) estuda do ponto de vista teórico, a máquina a vapor (tentando aumentar a sua eficiência). Propõe a ideia de motor de combustão interna, analisa o ciclo do gás ideal e define trabalho termodinâmico;
- *Julius Robert Mayer* (1814-1878) formula claramente a lei da conservação da energia e que o calor é uma forma de energia;
- *James Prescott Joule* (1818-1889) estabelece o equivalente entre calor e trabalho mecânico;
- *William Thomson, Lord Kelvin* (1824-1907) desenvolve a escala absoluta de temperatura (escala Kelvin) baseando-se na teoria de Carnot;
- *Rudolf Clausius* (1822-1888) usa as técnicas de Carnot para derivar a entropia, afirmando: “A entropia do universo tende para um máximo”.

Ao término da aula, é entregue questionário sobre Termodinâmica e também é recomendada a leitura do livro “*Termodinâmica e a Invenção das Máquinas Térmicas*”, de Sérgio Quadros, que conta a história da termodinâmica a partir da invenção da máquina térmica, apresentando as concepções fundamentais da Ciência do calor e trazendo discussões sobre energia e entropia.

Também é recomendada a leitura do texto “Energia não é a capacidade de produzir trabalho” de Robert L. Lehrman, onde o autor defende o ensino da energia como um conceito primitivo, construído com base na ideia de conservação, “Uma definição moderna de energia deve, então, ser baseada na primeira e na segunda lei da termodinâmica. Qualquer coisa menos completa falsifica o quadro. Se não for possível escrever uma definição satisfatória em outras palavras, teremos de descobrir como progredir sem o uso de pacotes simplistas”<sup>23</sup>.

## AULA 16

Eletromagnetismo é o nome que se dá à Ciência que trata de uma maneira unificada das interações entre cargas elétricas, ímãs, correntes elétricas e da radiação eletromagnética.

Desde os gregos, já se conheciam alguns fenômenos elétricos (Tales de Mileto, 600 a. C, observou que quando se atritava o âmbar, este atraía pequenos objetos) e magnéticos (os gregos sabiam que a magnetita, um tipo de pedra, atraía pedaços de ferro)<sup>24</sup>, mas o conhecimento e desenvolvimento mais amplo desta Ciência só ocorreriam a partir de aproximadamente 1600, com a obra de William Gilbert, intitulada

<sup>23</sup> Energy is not the ability to do work. The Physics Teacher, v.15, Jan. 1973.

<sup>24</sup> <http://www.seara.ufc.br/folclore/folclore160.htm>

da *De Magnete*. Essa obra seria um marco decisivo nessa tentativa de compreender e explicar os fenômenos magnéticos e elétricos. Gilbert classificou os corpos em “elétricos” e “não elétricos”, acreditando que a eletrização decorria da remoção de um fluido (substância imaterial), ficando no corpo um “eflúvio<sup>25</sup> elétrico” (no caso do Magnetismo, um “eflúvio magnético”).

Coincidindo com o advento da Primeira Revolução Industrial<sup>26</sup>, os estudos e pesquisas com vistas ao conhecimento e ao domínio desses fenômenos seriam alguns dos aspectos relevantes da evolução da Ciência nesse século. Essas pesquisas experimentais, que marcariam o início do estudo sistemático nesse amplo campo, no século XVIII, principalmente na segunda metade, seriam decisivas para que a Eletricidade e o Magnetismo se constituíssem como Ciência estruturada no século seguinte, sob a denominação de Eletromagnetismo.

A aula está centrada em uma apresentação em *PowerPoint*, apresentação revisitada de outra gentilmente cedida pelo Prof. Me. Tomás Aquino Silveira, na qual é feita uma relação de fatos em sequência, ressaltando a luta entre as teorias de fluido único e de dois fluidos para explicar a eletrização dos corpos.

Ao término da aula, é entregue questionário sobre Eletromagnetismo.

## AULA 17

Nas duas primeiras décadas do século XIX, crescia o número de trabalhos que procuravam evidenciar relações entre fenômenos elétricos e magnéticos, século esse que foi dos mais férteis em descobertas no campo da eletricidade.

Os estudos e experimentos acerca dos fenômenos magnéticos e elétricos estiveram, até o século XVIII, bem mais atrasados que os relativos à Mecânica à Acústica, ao Calor e à Óptica. Se bem que observados desde a Antiguidade, e conhecidos seus “poderes de atração”, não houve motivação especial para a busca da compreensão de tais fenômenos. O interesse da Astronomia (Kepler) e das grandes navegações, que para suas pesquisas e descobertas necessitavam de um melhor conhecimento dos fenômenos naturais, determinaria uma mudança de atitude. A obra de William Gilbert, intitulada *De Magnete* (1600), seria um marco decisivo nessa tentativa de compreender e explicar, a partir de suas próprias experiências, os fenômenos magnéticos e elétricos. Classificou Gilbert os corpos em “elétricos” e “não elétricos”,

<sup>25</sup> Uma espécie de “emanação” dos corpos.

<sup>26</sup> Consistiu em um conjunto de mudanças tecnológicas com profundo impacto no processo produtivo em nível econômico e social. Iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII expandiu-se pelo mundo a partir do século XIX. Fonte: <http://novahistorianet.blogspot.com.br/2009/01/revoluo-industrial.html>.

acreditando que a eletrização decorria da remoção de um fluido (substância imaterial), ficando no corpo um “eflúvio elétrico” (no caso do Magnetismo, um “eflúvio magnético”). ROSA, Carlos Augusto de Proença. História da ciência. Volumes II, tomo I, p. 308)

Dentro do grupo de cientistas que dedicavam atenção a esse tipo de trabalho científico, Hans Christian Ørsted (1777-1851) merece destaque.

Ørsted defendia existir uma relação entre eletricidade e magnetismo. Ele investigou o assunto através da corrente elétrica. Essa opção não foi sem propósito, afinal, participando de todo um contexto de questionamento ao mecanicismo, ele aprofundou seus estudos iniciais realizando experiências, com o propósito de evidenciar essa relação. Como fruto de um trabalho rigoroso e persistente, obteve sucesso ao observar que uma agulha imantada sofria deflexão quando colocada próximo a um fio condutor por onde circulava corrente elétrica. Os resultados desse experimento foram publicados, no ano de 1820, em um artigo intitulado “Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética”<sup>27</sup>. Ele teve a preocupação de apresentar o movimento da agulha como um efeito novo, sem qualquer ligação com efeitos eletrostáticos de atração ou repulsão.

Apesar de não sabermos que motivou Ørsted a realizar esse experimento, podemos afirmar que não foi uma experiência casual – a questão é bastante aprofundada no artigo que utilizamos em nossa discussão nesta aula (Ørsted e a Descoberta do Eletromagnetismo, de Roberto de Andrade Martins), ele deixou muito claro que, mesmo antes de 1820, procurara realizar experimentos que mostrassem que uma agulha imantada poderia sofrer deflexão na presença de um fio condutor por onde circulava corrente elétrica.

Em uma componente curricular sobre história da Física, cujo objetivo central seja a reflexão sobre a Ciência, a discussão da experiência da agulha imantada é um ponto fundamental a se destacar, pois não foi aleatória, fruto de um acaso: Ørsted foi impulsionado a buscar uma relação entre eletricidade e magnetismo e trabalhos anteriores mostravam-lhe caminhos que valiam a pena ser explorados.

A contextualização histórica do experimento realizado por Ørsted, ao contrário da mera apresentação disposta nos livros didáticos, é um ponto sobre o qual os alu-

---

<sup>27</sup> Tradução do artigo de Ørsted feita por Roberto de Andrade Martins, publicado no ano de 1986 nos Cadernos de História e Filosofia da Ciência (10), p. 89-114, artigo esse utilizado em nossa aula.

nos do curso de licenciatura em Física devem refletir, observando o papel da experimentação ao longo do desenvolvimento científico.

## AULA 18

Os episódios da série “*A Saga do Prêmio Nobel*” narram as descobertas científicas que mudaram a visão do mundo no século 20 e apresentam alguns dos nomes premiados com o prêmio Nobel. Eles buscam contextualizar descobertas e avanços científicos notáveis. Em nossa aula, vamos utilizar dois desses episódios “*A Teoria Quântica*” e “*Da Relatividade ao Big Bang*”.

O que nos interessou particularmente nesses documentários é a ligação social e temporal das teorias científicas. Ao longo dos episódios, podemos identificar elementos que influenciavam a sociedade e quais avanços foram obtidos.

“*Da Relatividade ao Big Bang*” aborda as experiências realizadas por Albert Einstein e sua preocupação em conciliar os conjuntos de leis da matéria e da luz, que o levaram a desenvolver a teoria da relatividade: espaço-tempo, efeito fotoelétrico, velocidade da luz, relatividade geral, relatividade restrita.

“*A Teoria Quântica*” mostra a Concepção de Planck, o desenvolvimento do trabalho de Louis de Broglie, os modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr, princípio de incerteza, Schroedinger, Heisenberg, Paul Dirac, mecânica quântica, Física quântica.

Ao término da aula, recomendamos a leitura do texto, “*História da Ciência – A Ciência e o Triunfo do Pensamento Científico no Mundo Contemporâneo*”, Volume III, p. 159-217<sup>28</sup>. É um texto relativamente grande, mas muito interessante, dando um tratamento histórico bastante minucioso à Física moderna.

## AULA 19

O conhecimento é o processo pelo qual o homem tem a possibilidade de interferir na natureza, transformá-la e adaptá-la às suas necessidades. A aprendizagem se modifica na história e passa pela visão de homem e de mundo que possui. No processo ensino-aprendizagem, o ser humano é capaz de usar os elementos apreendidos em outras situações, transmitir para outros – socializar/mediar – e permitir o aperfeiçoamento e a evolução científica.

---

<sup>28</sup>A versão digital do livro pode ser encontrada no site: [http://www.funag.gov.br/biblioteca/dmdocuments/HISTORIA\\_DA\\_CIENCIA\\_VOL\\_III.pdf](http://www.funag.gov.br/biblioteca/dmdocuments/HISTORIA_DA_CIENCIA_VOL_III.pdf).

Somos todos educadores e educandos ao mesmo tempo, à medida que ensinamos e somos ensinados nas diversas circunstâncias de nossas vidas.

Antes de sermos professores, devemos ser educadores protagonistas do novo, revendo, prevendo e organizando.

Só assim podemos apresentar aos alunos situações didaticamente estruturadas no sentido de auxiliá-los a perceber, generalizar e formar o conhecimento, transformando-o num conhecimento científico.

As aulas ministradas procuraram seguir um padrão metodológico que possibilitasse aos alunos a oportunidade de expor suas ideias, problematizar o conteúdo, colocar suas indagações, discutir, trocar ideias com os colegas e o professor, propor soluções e tentar chegar a conclusões.

As atividades, em forma de questionário, realizadas ao longo da disciplina, foram organizadas de acordo com uma sequência onde os objetivos a serem alcançados eram o questionamento, a reflexão e a discussão.

Por sugestão dos alunos, resolvemos reservar uma aula<sup>29</sup> no final do semestre, para a entrega de todos os questionários corrigidos.

De início, ficamos bastante apreensivos em utilizar esse procedimento, porque em nosso entendimento, uma aula específica para a entrega dos questionários corrigidos é, no mínimo, diferente.

Mas resolvemos correr o risco e que ocorreu foi bastante inesperado, mas ao mesmo tempo muito gratificante: na medida em que íamos elaborando comentários e considerações a respeito das respostas dos alunos aos questionários, novas discussões e reflexões foram se estabelecendo e nos atrevemos a dizer que esta foi dentre todas as aulas ministradas no semestre, a mais interessante e produtiva.

Sendo assim, reservar “uma aula” exclusiva para a entrega dos questionários corrigidos, será um procedimento a ser adotado nos próximos semestres.

## AULA 20

Aqui reservamos a aula para a atividade avaliativa final<sup>30</sup>: apresentação, pelos alunos, dos temas escolhidos a partir das sugestões do professor ou selecionados por eles próprios, com prévia aprovação do professor.

---

<sup>29</sup> Uma aula, na realidade três horas de aula ministradas em sequência, no mesmo dia.

<sup>30</sup> As formas de avaliação e os temas sugeridos para apresentação do trabalho final encontram-se inclusos apêndice C deste trabalho.

As orientações para a elaboração desse trabalho são feitas no decorrer do semestre.

Os alunos são orientados a preparar uma apresentação utilizando recursos audiovisuais, mas observamos que, falar e até mesmo usar o quadro, ainda são instrumentos importantes no cotidiano de trabalho do professor.

Salientamos que eles devem fazer dessa apresentação uma oportunidade de desenvolver o seu papel como professor e educador, mostrando aos colegas algo novo, que os ajude no processo de amadurecimento como futuros professores de Física.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – AULAS

ALVES, Rubem. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras**. São Paulo: Brasiliense, 1981.

ASSIS, André Koch Torres. **Eletrodinâmica de Weber**. Campinas: Unicamp, 1995.

BERTOLDO, Leandro. **Teoria do ímpeto**. Rio de Janeiro: Litteris Editora Ltda, 2005.

BUNGE, Mario Augusto. **La ciencia, su método y su filosofía**. Rio de Janeiro: Bloch, 1973.

CHERMAN, Alexandre. **Sobre ombros de gigantes: uma história da física**. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

EINSTEIN, Albert, INFELD, Leopold. **A evolução da física**. São Paulo: Zahar, 2008.

LEHRMAN, R. **Energy is not the ability to do work**. The Physics Teacher, v.15, janeiro, 1973.

JUNIOR, Olival Freire; FILHO, Manoel Matos; VALLE, Adriano Lucciola do. **Uma exposição didática de como Newton apresentou a força gravitacional**. Física na Escola, v. 5, Nº 1, 2004.

KOESTLER, Arthur. **Os sonâmbulos: história das ideias do homem sobre o universo**. São Paulo: Ibrasa, 1961.

MARCONDES, Danilo. **Iniciação à história da filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Física e história**. Ciência e Cultura, vol.57, Nº 3, 2005.

\_\_\_\_\_. Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo. Cadernos de História

e Filosofia da Ciência (10): 89-114, 1986.

MEDEIROS, Alexandre. Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como forma de movimento. *Física na Escola*, v. 10, Nº 1, 2009.

\_\_\_\_\_. **Entrevista com Kepler: do seu nascimento à descoberta das duas primeiras leis.** *Física na Escola*, v. 3, Nº 2, 2002.

\_\_\_\_\_. **Entrevista com Tycho Brahe.** *Física na Escola*, v. 2, nº 2, 2001.

MORENO, Márcio Quintão. A teoria da gravitação: vicissitudes do “Principia Mathematica”. *Revista do Ensino de Física*, vol. 10, dez. 1988.

NEWTON, Isaac, Sir. **Principia: Princípios matemáticos da filosofia natural.** Livro I e II. 2ª ed. São Paulo: Editora da USP, 2002.

PEDUZZI, Luiz O. Q. **Física Aristotélica: por que não usá-la no ensino da mecânica?** *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v.13, nº, p.48-63, abr, 1996.

PIRES, Antonio S. T. **Evolução das ideias da física.** São Paulo: Livraria da Física, 2008.

PORTO, C.M. **A Física de Aristóteles: uma construção ingênua?** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, Nº 4, 4602 (2009).

QUADROS, Sérgio. **A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas.** São Paulo: Scipione, 2001.

RABLIOTTA, M. R. **O cinza, o branco e o preto: da relevância da história da ciência no ensino da física.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, 5 - Número Especial - p. 7-22, junho, 1988.

REALE, G.; ANTISERI, D. **História da filosofia: do humanismo a Descartes.** Volume 3. São Paulo: Paulus, 2004.

ROCHA, José Fernando (Org.). **Origens e evolução das ideias da física.** Salvador: EDUFBA, 2002.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência.** Volumes I, II, III e IV. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012.

Scientific American Brasil. **Gênios da Ciência**, Nºs 3, 6 e 7. São Paulo: Duetto Editorial, 2012.

SOBEL, Dava. **A filha de Galileu.** São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

ZYLBERSZTAJN, Arden. **Galileu: um cientista e várias versões.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.5 (Número especial), p. 36-48, junho, 1988.

## **APÊNDICE C - FORMAS DE AVALIAÇÃO EMPREGADAS NA EIF**

Os alunos recebem um texto contendo as atividades que serão desenvolvidas para fins de avaliação e, simultaneamente, de aprendizado.

1) No decorrer da disciplina serão discutidos vários textos. Serão propostas algumas questões relativas a cada um deles, a serem respondidas pela turma. Cada atividade relativa aos textos corresponderá a 10 (dez) pontos.

2) Deverá ser desenvolvido um trabalho sobre temas específicos propostos pelo professor, ou tema proposto pelos alunos. Deverá ser elaborado um texto, e feita uma apresentação. A apresentação será feita em aula especialmente marcada para isso. A apresentação valerá 10 (dez) pontos, e o trabalho escrito, 10 (dez) pontos. Da apresentação devem constar referências bibliográficas, mostrando o material consultado. A data para entrega do texto escrito e apresentação do trabalho para o professor e colegas será definido no andamento do curso. Nessa apresentação devem ser usados, na medida do possível, recursos didáticos, tais como transparências, slides, filmes e quaisquer outros que o aluno julgar convenientes. Ressalte-se que podem ser feitos trabalhos sobre temas diferentes dos sugeridos, desde que sejam observadas duas condições: o tema deve se relacionar ao programa da disciplina e deve ser aprovado previamente pelo professor.

3) O aluno que não conseguir o mínimo para aprovação poderá apresentar, a título de reavaliação, um trabalho sobre tema escolhido pelo professor, que substituirá a menor nota dentre as notas dos trabalhos anteriormente descritos.

### **TEMAS PROPOSTOS PARA O TRABALHO FINAL DE EIF**

A leitura destes artigos é sugerida aos alunos no início do curso, na segunda aula, para fins de avaliação final. As bibliografias são indicadas logo após o tema.

1. A Revolução de Copérnico (*Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v. 19, N°1, p. 29-52, abr. 2002; *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v. 19, N° 3, p. 407-410, dezembro, 2002).

2. A Terra: histórico da compreensão de sua forma e de sua posição no Universo (*Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.22, N°4). (Artigo disponível na Internet).

3. Como Copérnico e Kepler chegaram à esquematização do Sistema Solar (*Revista do Professor de Matemática*, v.13, p. 5-12, e v. 15, p. 2-12).

4. O papel de Galileu para a Ciência (Galileu e Platão, de Koyré; *Caderno Catarinense do Ensino de Física*. v. 5, número especial, 36-48, junho, 1988).
  5. O Caso Galileu (livro *A Filha de Galileu*, de Dava Sobel, editado pela Companhia das Letras; *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v. 5, número especial, p. 36-48, junho, 1988). Neste tema, a ênfase é centrada no conflito de Galileu com as autoridades religiosas da época.
  6. Como Newton descobriu a gravidade (*Física na Escola*, v.5, n.1, 2004, p. 25-31).
  7. Newton e a Teoria das Cores (A “Nova Teoria sobre Luz e Cores” de Isaac Newton: uma Tradução Comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 18, n. 4, dez. 1996). *Origens e Evolução das Ideias da Física*, de José Fernando M. Rocha (Org.). Salvador: Edufba, 2002.
- Observação: As páginas 216 a 246 tratam da óptica, com muitas referências ao trabalho de Newton.
8. Caos em sistemas físicos (Livro *Caos: a criação de uma nova Ciência*, de James Gleick, Ed. Campus). *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v.10, n. 2, p.137-147, ago. 1993;
  9. A origem da inércia (*A Origem da Inércia*, de Gardelli, no *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.16, Nº1; *Revista Brasileira do Ensino de Física*. v. 22, n. 2, junho 2000, p. 272-280; *Rev. Bras. Ens. Fís.*, v.21, Nº1, p. 153-161).
  10. A Ciência nas visões de Popper e Kuhn (livro *Coisas Imperfeitas*; *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v. 6, nº 2, p. 148-162, ago. 1989; *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v. 13, Nº 3, p.184-196 e 197-218).
  11. A contribuição de Sadi Carnot para a Física (Veja o artigo no site <http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/carnot/carnot.html> e complemente com material de livros de Física Geral, para mostrar gráficos, ou com outros sites, como <http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/carnot/carnot.html>, que mostra o ciclo de Carnot em applet Java).
  12. O contexto histórico do surgimento da mecânica newtoniana (*Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.5, número especial, 23-35, junho, Nº 1988).
  13. O vácuo (espaço vazio) e suas implicações na História das Ciências (Cad. Cat. Ens. Fís., v.14, Nº 2: p.194-208, ago. 1997; trata-se de um artigo em espanhol, mas vale a pena o desafio porque o conteúdo é muito interessante).
  14. História do conceito de força (*Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.22, n. 4). (Artigo disponível na Internet).

15. Os cientistas envolvidos em mitos. (*Revista Brasileira do Ensino de Física*, v.23, n. 2).
16. A história da óptica clássica (*Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v.3, Nº 3, p. 138-159, dez. 1986; idem, v. 4, Nº 3, p. 140-150, dez. 1987; idem, v. 6, Nº 1, p. 37-58, abr. 1989).
17. As origens da eletrostática a partir da história do eletroscópio. (*Revista Brasileira do Ensino de Física*, v. 24, n. 3).
18. Contribuição do conhecimento histórico ao ensino do Eletromagnetismo (*Revista Brasileira do Ensino de Física*, v. 5, número especial, 49-77, junho, 1988).
19. A descoberta da radioatividade (*Caderno Catarinense do Ensino de Física*, v. 7 (número especial), p. 27-45, junho, 1990).
20. A descoberta da radioatividade (Livro *Os raios X: a descoberta e primeiras pesquisas*, de Roberto de Andrade Martins). A descoberta dos raios X: o primeiro comunicado de Röntge. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 20, Nº 4, p. 373-91, 1998, e *Investigando o invisível: as pesquisas sobre raios X logo após a sua descoberta por Röntge*. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Nº 17, p. 81-102, 1997. (Textos disponíveis na Web).
21. A Física clássica de cabeça para baixo: Como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial (*Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 1, p. 27 - 36, 2004).
22. A dinâmica relativística antes de Einstein (*Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n.1, p. 11 - 26, 2005).
23. As relatividades quânticas, Adilson de Oliveira.  
([http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/as-relatividades-quanticas/?searchterm=As relatividades quânticas](http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/as-relatividades-quanticas/?searchterm=As%20relatividades%20qu%C3%A2nticas)).
24. Onda ou partícula? Uma questão de interpretação, Adilson de Oliveira.  
([http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/onda-ou-particula-uma-questao-de-interpretacao/?searchterm=Onda ou partícula? Uma questão de interpretação](http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/onda-ou-particula-uma-questao-de-interpretacao/?searchterm=Onda%20ou%20part%C3%ADcula%3F%20Uma%20quest%C3%A3o%20de%20interpreta%C3%A7%C3%A3o)).

## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIOS - EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA



### 7º Período – Licenciatura em Física

Professora: Nádia Vilela Pereira

#### 1.1. Texto: O que é Ciência? (Mário Bunge).

As perguntas a seguir referem-se aos textos: “O que é Ciência?”, de Mário Bunge.

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

1. (Valor: 2 pontos) Como o autor caracteriza a Ciência no início de seu texto (Introdução)?
2. (Valor: 2 pontos) Empregando a visão do professor Mário Bunge, compare conhecimento comum, bom senso e conhecimento científico, quanto aos aspectos de:
  - a) objetividade;
  - b) racionalidade.
3. (Valor: 2 pontos) Explique o que é falibilismo, e diga por que ele tem um aspecto de fecundidade.
4. (Valor: 2 pontos) Procure no dicionário a palavra **epistemologia**, e escreva o que encontrar. (atenção: use dicionários consagrados, como Houaiss ou o Aurélio, ou um bom dicionário de Filosofia).
5. (Valor: 2 pontos) A **epistemologia** provoca duas posições: uma empirista e uma racionalista. Explique cada uma delas, dando um exemplo prático.

**1.2. Texto: A teoria kuhniana da Ciência: um discurso de homenagem (Rafael Cordeiro Silva).**

As perguntas a seguir referem-se aos textos: “A teoria kuhniana da ciência: um discurso de homenagem”, de Rafael Cordeiro Silva.

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

1. (Valor: 2 pontos) O paradigma é um conceito bastante complexo e de importância fundamental no pensamento de Thomas Kuhn. Ele o definiu de várias maneiras ao longo de sua obra. Com base no texto, faça pelo menos três afirmações sobre tal conceito.
2. (Valor: 1 ponto) O que Thomas Kuhn entende como “ciência normal”?
3. (Valor: 2 pontos) Exprima dois traços característicos da teoria de Thomas Kuhn sobre a Ciência, explicando-os.
4. (Valor: 2 pontos) Qual é a noção de crise na Ciência desenvolvida por Thomas Kuhn?
5. (Valor: 2 pontos) Qual é a utilidade do paradigma para a prática científica? Que fundamentação ele traz para a Ciência?
6. (Valor: 1 ponto) Em que sentido podemos dizer que Thomas Kuhn nos mostrou o caráter humano da atividade científica?

**1.3. Questionário sobre: Origens do pensamento filosófico (Danilo Marcondes):**

Questionário retirado do livro “Iniciação à História da Filosofia - dos pré-socráticos a Wittgenstein” de Danilo Marcondes.

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

- 1) (Valor: 1 ponto) Aponte as principais características do pensamento mítico.
- 2) (Valor: 1 ponto) Contraste essas características com algumas das principais características do pensamento filosófico-científico.

- 3) (Valor: 1 ponto) O que há no pensamento filosófico-científico que vai representar ruptura com o pensamento mítico?
- 4) (Valor: 2 pontos) Quais as razões, de ordem política, econômica e social, que fazem o pensamento mítico passar a ser considerado insatisfatório?
- 5) (Valor: 2 pontos) Qual a principal característica da escola jônica, considerada decisiva para o desenvolvimento do pensamento filosófico-científico?
- 6) (Valor: 1 ponto) Qual o sentido e a importância dos filósofos pré-socráticos para a formação e desenvolvimento da tradição filosófica?
- 7) (Valor: 1 ponto) Como se caracteriza a distinção entre a escola jônica e as escolas italianas?
- 8) (Valor: 1 ponto) Em que sentido se destaca o pensamento dos pitagóricos e qual sua especialidade no contexto dos pré-socráticos?

**1.4. Texto: Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? (Luiz O. Q. Peduzzi).**

As perguntas a seguir referem-se aos textos: **“Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?”** de Luiz O. Q. Peduzzi.

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

- 1) (Valor: 2 pontos) Por que Aristóteles considerava diferentes a Terra e o mundo dos céus?
- 2) (Valor: 2 pontos) Resuma em um máximo de doze linhas a visão aristotélica do Universo.
- 3) (Valor: 2 pontos) Descreva a ideia de movimento natural e explique por que ela implica a finitude do Universo.
- 4) (Valor: 2 pontos) Como o autor sintetiza a explicação de Aristóteles para os movimentos violentos ou forçados?
- 5) (Valor: 1 ponto) Que ambiguidade existe na explicação de Aristóteles para o movimento violento de um projétil?
- 6) (Valor: 1 ponto) Por que o autor (Peduzzi) considera importante a Física

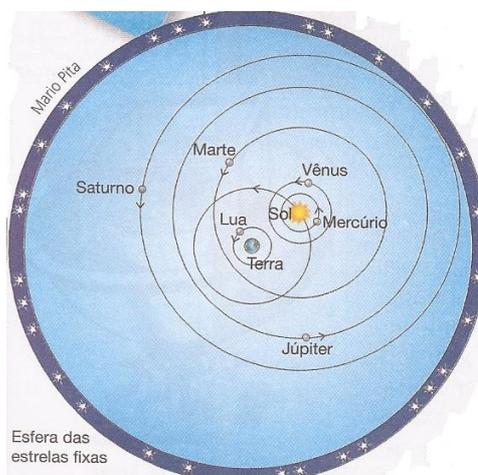
aristotélica no ensino da mecânica?

### 1.5. Questionário sobre Kepler:

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

- 1) (Valor: 2 pontos) Enuncie as três leis de Kepler.
- 2) (Valor: 2 pontos) Kepler tentou explicar por que os planetas se movem em torno do Sol da maneira que o fazem. Faça um resumo de sua tese. Aliás, é por essa razão que alguns dizem que ele teria sido o primeiro astrofísico.
- 3) (Valor: 1 ponto) Apesar de Kepler introduzir as primeiras relações matemáticas descrevendo o movimento dos planetas, segundo Marcelo Gleiser, físico brasileiro e professor de astronomia, os elementos de seu sistema correspondiam ainda a uma manifestação da fé religiosa: Deus, todo poderoso, era o Sol, no centro; o Filho era representado pela esfera das estrelas fixas e o Espírito Santo era responsável pelos movimentos celestes. Para Kepler, os planetas mais externos moviam-se mais devagar porque o poder do Sol diminuía em proporção inversa à distância. Kepler é “heliocentrista”, ou seja, ele tirou o caráter divino da Terra. Mas, por que, mesmo assim, os elementos do seu sistema ainda mantinham o misticismo religioso? Qual a razão de seu conflito?
- 4) (Valor: 1 ponto) Como a observação da órbita irregular do planeta Marte e a posterior teoria das órbitas elípticas de Kepler se opõem ao “culto das esferas” e ao movimento celeste uniforme da Antiguidade grega?
- 5) (Valor: 1 ponto) Kepler acreditava que o movimento dos planetas no sistema heliocêntrico era causado por um poder que emanava do Sol, chamado *anima motrix*. Esse poder estava diretamente relacionado à distância do planeta ao astro central, motivo pelo qual os planetas se moviam com velocidades variáveis. Você conhece alguma teoria científica que tenha semelhança com essa? Qual?
- 6) (Valor: 1 ponto) Como vimos, apesar de ter convidado Kepler para ser seu assistente, Tycho Brahe não forneceu seus dados observacionais ao matemático. Um dos motivos para essa insegurança de Brahe em mostrar seus dados para Kepler se deve a ele querer provar sua concepção particular de Universo, como

ilustra a figura abaixo. Como você descreveria esse modelo? Ele é geocêntrico ou heliocêntrico?



Fonte: PIETROCOLLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ANDRADE, Renata de; ROMERO, Talita Raquel. *Coleção Física em Contextos, Volume 1*, p. 328. São Paulo: FTD, 2010.

7) (Valor: 2 pontos) Qual a importância de Kepler para a Ciência da época e para a Física?

### 1.6. Questionário sobre Galileu:

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

1) (Valor: 2 pontos) Resuma a ideia central defendida por Galileu em seus Diálogos, nome popular pelo qual é conhecida sua obra Diálogo, sobre os máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano.

2) (Valor: 1 ponto) Nesse livro, Galileu lança a base do que ficará conhecido como o princípio da inércia. Faça um resumo da argumentação de Galileu com relação a esse aspecto.

3) (Valor: 1 ponto) O livro de Galileu que popularmente ficou conhecido como Discursos tem por título completo *Discursos e demonstrações matemáticas a respeito de duas novas Ciências*. Fale um pouco sobre a primeira dessas novas Ciências.

4) (Valor: 1 ponto) A segunda Ciência de que trata o livro Discursos, de Galileu, é a

Ciência do movimento. Que descoberta importante a respeito do movimento Galileu divulgou nesse livro?

5) (Valor: 1 ponto) Faça uma pequena redação comparando as descobertas de Galileu sobre o movimento, especialmente a trajetória de um projétil, com a Física do movimento desenvolvida por Aristóteles e com a desenvolvida pelos teóricos do impetus.

6) (Valor: 1 ponto) A origem do telescópio provavelmente foi militar, pois com esse instrumento era possível fazer observações mais precisas a distâncias muito maiores. Porém, Galileu usou o equipamento com outra finalidade. Comente a importância desse ato para a história da Astronomia.

7) (Valor: 1 ponto) A Lua observada por Galileu era formada de crateras, planícies, vales e montanhas que podiam chegar a 4 mil metros. Como essa constatação afetou a teoria de Aristóteles sobre os cinco elementos constituintes do Universo?

8) (Valor: 1 ponto) Cite algumas contribuições de Galileu para a teoria heliocêntrica quando ele apontou a luneta para o céu.

9) (Valor: 1 ponto) Em 2000, o Papa João Paulo II, em nome da Igreja Católica, desculpou-se publicamente pela atitude que tomou, no século XVI, perante as ideias de Galileu Galilei. Por que isso ocorreu?

### **1.7. Questionário sobre Descartes:**

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

1) (Valor: 4 pontos) Faça um pequeno texto (cerca de dez linhas) sobre a mecânica de René Descartes, que contenha os seguintes termos, relativos a sua obra: *Plenum – mecanicismo – vórtices – quantidade de movimento*.

2) (Valor: 2 pontos) Descartes justificava a sua concepção inercial de movimento a partir de uma noção teológica. Por quê?

3) (Valor: 2 pontos) Quais são os quatro passos do método de Descartes?

4) (Valor: 2 pontos) Faça um resumo da visão que Descartes tem da inércia, a partir da leitura do capítulo 15º do livro História da Filosofia: do Humanismo a Descartes,

volume 3.

### **1.8. Questionário sobre Newton:**

As respostas serão valorizadas inclusive pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

- 1) (2 pontos) Justifique a afirmação de que, com a publicação dos Principia, “estavam assim unificadas as Ciências dos movimentos dos corpos terrestres e celestes”.
- 2) (1 ponto) Conceitue determinismo.
- 3) (1 ponto) Resuma a explicação de que a Primeira Lei de Newton não é um caso particular da Segunda Lei de Newton.
- 4) (2 pontos) O que Newton pensava sobre o trabalho dos cientistas, quando elaborou a primeira regra de raciocínio de Filosofia? E ao elaborar as outras três regras?
- 5) (1 ponto) Por que houve dificuldade para a aceitação da Lei da Gravitação Universal?
- 6) (1 ponto) O trabalho de Newton sofreu influência do trabalho de outros cientistas? Explique como suas ideias foram aceitas em seu tempo.
- 7) (2 pontos) Para você, qual a importância, nos dias atuais, dos trabalhos elaborados por Newton? De fato, podemos considerá-lo um dos maiores cientistas da história? Justifique.

### **1.9. Questionário sobre Termodinâmica:**

Antes de responder este questionário, recomenda-se a leitura do capítulo II do livro “Origens e Evolução das Ideias da Física”.

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

- 1) (Valor: 1 ponto) Explique qual foi a influência do contexto socioeconômico no surgimento da Termodinâmica e diga em que sentido houve interdependência entre a

evolução dessa parte da Física e o referido contexto. (1 ponto.)

2) (Valor: 1 ponto) Como foi feita a distinção entre calor e temperatura, e quem foi responsável por isso?

3) (Valor: 2 pontos) Explique como Rumford concluiu que o calor não poderia ser uma substância, estando, na verdade, associado à ideia de movimento.

4) (Valor: 2 pontos) Diga qual é a essência do trabalho de Carnot (Reflexões sobre a potência motriz do fogo), e discuta por que seu trabalho foi ignorado na época.

5) (Valor: 2 pontos) Explique o surgimento da Primeira Lei da Termodinâmica, resumindo as participações de Joule e Mayer. Não deixe de dizer qual é a compreensão atual que temos dessa Lei.

6) (Valor: 1 ponto) Diga como ocorreu a formulação do conceito de entropia, por Clausius.

7) (Valor: 1 ponto) Diga qual é a ideia básica da Mecânica Estatística e explique as razões da dificuldade de sua aceitação na época.

#### **1.10. Questionário sobre Eletromagnetismo:**

Após responder as perguntas e enviar para e-mail, [nadvipe@gmail.com](mailto:nadvipe@gmail.com).

As respostas serão valorizadas pelo uso de suas próprias palavras, evitando, sempre que possível cópia de trechos do texto.

Leia o texto abaixo e responda as questões 1 e 2.

“A consequência principal é que a agulha imantada é desviada de sua posição de equilíbrio pela ação do aparelho voltaico, e que este efeito se produz quando o circuito está fechado e não quando ele está aberto; é por ter deixado o circuito aberto que célebres físicos não puderam conseguir, há alguns anos, nas tentativas deste gênero [...] coloca-se em comunicação as extremidades do aparelho voltaico por meio de um fio de metal que [...] nós chamamos de condutor...; e nos daremos o nome de conflito elétrico às ações deste condutor e o espaço que envolve são a sede...” (“Ørsted e a descoberta do Eletromagnetismo” artigo de junho de 1820, citado por Martins, 1986.)

Fonte: PIETROCOLLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ANDRADE, Renata de; ROMERO, Talita Raquel. Coleção Física em Contextos, Volume 3, p. 167. São Paulo: FTD, 2010.

1. (Valor: 1 ponto) O que devemos entender por aparelho voltaico?
2. (Valor: 1 ponto) Explique o significado do seguinte trecho: "por ter deixado o circuito aberto que célebres físicos não puderam conseguir, há alguns anos, nas tentativas deste gênero".

As questões 3, 4, 5 e 6 devem ser respondidas embasadas no texto entregue em anexo a este questionário.

3. (Valor: 2 pontos) Faça um relato esquemático da pesquisa realizada por Faraday.
4. (Valor: 1 ponto) Faraday conseguiu a indução de uma corrente pelo movimento do eletroímã. Das características listadas a seguir, qual ou quais você acha que o trabalho relatado revela? Justifique sua resposta.
  - a) inspiração
  - b) persistência
  - c) originalidade
  - d) cuidado experimental
  - e) sorte
5. (Valor: 1 ponto) Pensando em tecnologia e desenvolvimento científico e social, qual a importância dos trabalhos de **Ørsted**<sup>31</sup> e **Faraday**<sup>32</sup>?
6. (Valor: 2 pontos) Supondo que os resultados obtidos por **Ørsted** e **Faraday** não tivessem sido obtidos até hoje, o que seria diferente em nossas vidas?
7. (Valor: 1 ponto) Em que **Ampère**<sup>33</sup> contribuiu para o eletromagnetismo?
8. (Valor: 1 ponto) Quais as contribuições de **Tesla**<sup>34</sup> ao eletromagnetismo? Que aplicações elas originaram?

---

<sup>31</sup> Hans Christian Ørsted (1777-1851).

<sup>32</sup> Michael Faraday (1791-1867).

<sup>33</sup> André-Marie Ampère (1775-1836).

<sup>34</sup> Nikola Tesla (1856-1943).

## APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA

### MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA – PUC MINAS

Prezado estudante:

Este questionário está vinculado a uma pesquisa sobre a disciplina Evolução das Ideias da Física em seu curso de Licenciatura em Física. Essa pesquisa fornecerá subsídios para a elaboração de uma dissertação do Mestrado em Ensino de Física da PUC Minas, podendo também ajudar a fazer alterações em seu conteúdo, buscando uma melhoria da referida disciplina.

A sua participação é de extrema importância, desse modo, solicitamos a gentileza de responder às perguntas. Suas justificativas ou comentários às respostas são essenciais, pois são eles que nos fornecerão os melhores elementos para a nossa análise.

Sinta-se completamente à vontade para responder, porque qualquer comentário, positivo ou negativo, desde que reflita seu pensamento, nos ajudará a cumprir nosso objetivo, que é o de propiciar o melhor curso possível para nossos alunos.

Desde já, agradecemos sua participação.

Nádia Vilela Pereira

### QUESTIONÁRIO

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

As questões se referem à disciplina Evolução das Ideias da Física (EIF), que você cursou.

No \_\_\_ período, no \_\_\_ semestre de 20\_\_\_. Essa disciplina será sempre referida neste questionário pela abreviatura EIF.

1. Você gostou da disciplina EIF? Cite três elementos que justifiquem sua resposta.

---

---

---

---

2. Antes de cursar a disciplina EIF, você tinha algum conhecimento de história da

Física? Em caso afirmativo, de qual fonte veio esse conhecimento? Dê algum exemplo do que você conhecia. Em caso negativo, diga o que você pensava ser História da Física.

---

---

---

---

3. Faça uma apreciação geral sobre a disciplina EIF, respondendo às seguintes indagações:

a) Você conseguia acompanhar bem as aulas, entendendo o conteúdo apresentado? Faça comentários.

---

---

---

---

b) Você acha que o trabalho final, apresentado por toda a turma, contribuiu para uma melhor compreensão da evolução das ideias da Física?

---

---

---

---

c) O que você pensa da avaliação feita no decorrer do curso, na forma de questionários?

---

---

---

---

4. Cite três pontos do conteúdo da disciplina que você achou **mais** importantes.

---

---

---

---

5. Cite três pontos do conteúdo da disciplina que você achou **menos** importantes.

---

---

---

---

6. Foi empregado, como texto de apoio, o livro *Origens e evolução das Ideias da Física*. Faça comentários sobre o achou disso, opinando se o livro teve ou não importância, e sobre a influência que ele teve no curso.

---

---

---

---

7. Além do livro mencionado na questão anterior, foram utilizados textos variados. Faça comentários sobre o que achou disso, dando sua opinião sobre os textos, qual a importância ou não de utilizá-los; que influência eles tiveram na disciplina e o que você achou da combinação dos textos com o livro.

---

---

---

---

8. Na disciplina, foram exibidos trechos de episódios da série Cosmos, de Carl Sagan, filmes e documentários. Faça comentários sobre o que você achou disso,

dando sua opinião sobre o emprego desses recursos.

---

---

---

---

9. O que você aprendeu na disciplina EIF teve alguma importância no aprendizado de outras disciplinas integrantes de seu curso de Licenciatura em Física? Justifique sua resposta, dando pelo menos um exemplo concreto.

---

---

---

---

10. A disciplina EIF mudou sua compreensão de Física?(considere todos os aspectos do conhecimento físico) Como? (utilize exemplos concretos).

---

---

---

---

11. Você leciona ou já lecionou Física em alguma escola? Sim \_\_\_\_ Não \_\_\_\_.

Em caso afirmativo, em escola pública ou particular? Para qual ou quais séries você leciona?

Ainda em caso afirmativo, como você acha que a disciplina EIF influencia suas aulas?

---

---

---

---

12. Você acha que a disciplina EIF pode contribuir no desenvolvimento das aulas de

Física no Ensino Médio? Por quê? Como?

---

---

---

---

13. Caso a disciplina EIF não existisse no currículo, determinaria algum prejuízo e/ou ganho na a formação do licenciado em Física do IFTO – Campus Palmas? Dê exemplos concretos que justifiquem sua resposta.

---

---

---

---

14. Este espaço está reservado para algum comentário adicional, ou alguma sugestão, referente à disciplina EIF.

---

---

---

---