

Universidade Estadual de Maringá

Kayanne Lia Prado Angelo

**Newton e a Teoria da Gravitação Universal: a História da
Ciência para Reformular as Concepções sobre a Natureza
da Ciência no Ensino Médio**

Maringá

2014

Universidade Estadual de Maringá

Kayanne Lia Prado Angelo

**Newton e a Teoria da Gravitação Universal: a História da
Ciência para Reformular as Concepções sobre a Natureza
da Ciência no Ensino Médio**

Projeto de Pesquisa de Monografia
apresentada como exigência parcial
para obtenção do título de **Licenciada
em Física** à Banca Examinadora do
Departamento de Física.

Orientador: Daniel Gardelli

Maringá

2014

**Newton e a Teoria da Gravitação Universal: a História da
Ciência para Reformular as Concepções sobre a Natureza
da Ciência no Ensino Médio**

Kayanne Lia Prado Angelo

BANCA EXAMINADORA

.....
Prof. Daniel Gardelli
Orientador

.....
Prof(a). Nome

.....
Prof(a). Nome

Conteúdo

Resumo	5
Introdução	6
Capítulo 1: O Pensamento à Época de Newton	12
1.1 Influências da Filosofia grega	12
1.1.1 Estoicismo	13
1.1.2 Epicurismo	14
1.1.3 Neoplatonismo.....	14
1.1.4 Hermetismo	14
1.1.5 Alquimia	16
1.1.6 Rosacruzianismo	16
1.2 O pensamento no século XVII	18
1.2.1 Credo.....	20
1.2.2 Espaço.....	23
1.2.3 Gravidade	25
1.2.4 Experimentação.....	26
Capítulo 2: As Influências do Pensamento Antigo e Renascentista e a Formulação da Teoria da Gravitação Universal	27
2.1 Éter	27
2.2 Força	32
2.3 Gravitação	36
Considerações finais	38
Anexo:	41

Resumo

A teoria da gravitação universal foi estudada sob a perspectiva dos aspectos metafísicos de Isaac Newton, especificamente as influências do misticismo sobre o cientista. Pretendíamos manifestar a incoerência existente entre essas concepções newtonianas e o aspecto racionalista que lhe é empregado, uma vez que uma divulgação de anedotas que perpassam uma concepção distorcida da Natureza da Ciência está sendo realizada. Não raramente, encontramos nas instituições de ensino, a disseminação de uma visão positivista da Ciência, a ideia que Newton, considerado o pai da ciência moderna, traz um método infalível de se fazer Ciência. É justamente o resgate histórico das realizações científicas que nos evidenciam as visões equivocadas da Natureza da Ciência, mostrando-se um método imprescindível para reformulações dessas concepções errôneas. Realizamos uma pesquisa qualitativa, optamos por uma revisão bibliográfica de fontes secundárias, tais como Koyrè, Westfall, Barreto, Barbatti, Martins e Rodrigues. Por meio da pesquisa realizada, pudemos resgatar o aspecto humano da construção do conhecimento científico e refletir sobre o método empírico universal em que a produção científica tem se estabelecido, além de nos proporcionar o aprofundamento no episódio histórico que se mostrou extremamente adequado para discutirmos a Natureza da Ciência, trazendo-nos a satisfação de corresponder à nossa perspectiva inicial.

Introdução

A maioria dos estudantes entra em contato com a Física no Ensino Médio por meio do estudo da mecânica newtoniana. O trabalho de Newton é ensinado nas salas de aulas como algo muito bem consolidado, sendo ele próprio considerado um sujeito que por sua racionalidade e genialidade desvendou muitos princípios que regem a natureza. Isso deflagra as concepções ingênuas de Ciência que a maioria dos professores possui, pois concebem as teorias e formulações científicas como algo provado e, portanto, imutável sendo que somente grandes gênios podem chegar-se a elas.

As concepções epistemológicas dos professores norteiam sua prática docente. Os alunos, no processo de formação de suas interpretações sobre a natureza da Ciência são extremamente influenciados por essas concepções. Assim, se um professor de física mantém mal fundamentadas as suas percepções sobre o trabalho científico, há grande probabilidade de minimização das reflexões dos alunos e, voltando à discussão para a mecânica newtoniana, os estudantes sequer podem tentar elaborar argumentos que questionem as obras do tal gênio, porque são “educados” a não pensar nessa possibilidade.

Não estamos desmerecendo, de maneira alguma, a grande capacidade intelectual de Newton, mas querendo manifestar a incoerência existente entre suas concepções e o aspecto racionalista que lhe é empregado. Buscaremos nosso objetivo através de uma pesquisa qualitativa sendo uma revisão bibliográfica.

O conhecimento da sua vida e obra é fator determinante para melhor desenvolvimento da mecânica nas salas de aula, quer dizer, esse talvez seja o único método para escassear o dogmatismo ensinado. De maneira geral, nossa Ciência atual não é exatamente aquela concebida pelas grandes mentes, mas

nosso conhecimento foi sendo formado lentamente, através de contribuições de muitas pessoas sobre as quais nem ouvimos falar e que tiveram importante papel na discussão e aprimoramento das ideias dos cientistas mais famosos, cujos nomes conhecemos. (MARTINS, 2006, p. 22).

Por isso ao ensinar-se Física, não é apropriado fazer menção a “nomes brilhantes” desvinculando-se de seu contexto social.

Não há dúvidas que a História e a Filosofia da Ciência, quando estudadas pelos professores, através de fontes adequadas e do modo adequado, ou seja, de forma não-fragmentada, imprimem uma nova forma às suas reflexões didáticas, permitindo a eles, uma experiência enriquecedora. Uma concepção epistemológica adequada permite ao professor ajustar suas aulas em parâmetros apropriados para mediar o processo de construção do saber junto com os estudantes. Um professor com essa qualificação dá condições aos seus alunos para que possam refletir sobre os fatos, as teorias, os experimentos, sobre pontos de vista diferentes e assim, aprender a posicionar-se em uma opinião bem argumentada. O que está acontecendo nas escolas, visivelmente, é a ação de “refletir sobre algo” estar cedendo lugar para o montante de informações que cada disciplina despenca sobre a cabeça dos alunos a cada aula. Não há tempo para pensar, é preciso “passar” os conteúdos determinados. Este fato que contribui cada vez mais para a formação de um cidadão apto somente para profissões mecanizadas, em que apenas seja necessário desempenhar uma função já determinada. Por meio dessa análise é possível enxergar a abrangência do papel da escola na sociedade.

Entender a gênese de uma teoria é buscar as raízes com as quais nossa Ciência está arraigada, trazendo à compreensão como os cientistas operaram, seguindo as suas particulares convicções políticas, sociais, religiosas, bem como as tradições da época e a situação econômica. O que nos remete a conceber a Ciência como modelos criados por homens, com suas limitações, inspirações e transpirações. Para isso é necessário uma mudança de conceito de natureza da Ciência a partir das concepções dos professores. Kuhn aborda o assunto e confirma as afirmativas anteriores:

Se a História fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina. (KUHN, 1998, p.19).

As teorias validadas mediante convenção da comunidade científica, e que, hoje, nos aparecem de forma precisamente acabada, foram muito mais marcadas pela indeterminação do que pela certeza, cheias de hesitações e incoerências

(MARTINS, 2006). É esta imprecisão que torna abrangente nossa visão sobre Ciência, aprofunda nossas reflexões, o que por sua vez nos faz seres humanos pensantes e críticos ao invés de simples reprodutores de pensamentos alheios.

Segundo MARTINS (2006), existem algumas barreiras que impedem a qualidade do ensino de Ciências, fatores que desqualificam, como já supracitado, a complexidade da construção histórica da Ciência. Podemos relacioná-los: *a redução da História a nomes e datas, equívocos sobre o método científico e o uso de argumentos de autoridade.*

Não é incomum encontrarmos nos livros didáticos alguns retângulos isolados falando *um pouco de História da Ciência*. Nessas “caixas”, os feitos científicos são demasiadamente simplificados de tal forma que o que podemos extrair delas são somente dados, informações como datas e nomes. Segundo Kuhn:

Contudo, o objetivo de tais livros é inevitavelmente persuasivo e pedagógico; um conceito de ciência deles haurido terá tantas probabilidades de assemelhar-se ao empreendimento que os produziu como a imagem de uma cultura nacional obtida através de um folheto turístico ou um manual de línguas (KUHN, 1998, p. 19).

Essas simplificações oferecem concepções errôneas do desenvolvimento histórico da Ciência, como a linearidade dos fatos, pois em geral, cada mudança no arcabouço científico foi feita numa determinada época e elas são independentes entre si.

Os professores sem instrução adequada para o ensino da História da Ciência podem transmitir uma ideia distorcida do trabalho científico, alegando que as teorias são formadas mediante um método indutivista de investigação, ou seja, pela observação e experimentação. Ressalta-se sobre esse assunto uma questão problemática, a formação inicial dos professores não é suficiente para sanar toda a deficiência epistemológica do docente. Na graduação, o futuro docente se depara com um ensino totalmente fragmentado e descontextualizado, igualmente encontrado no Ensino Médio, sendo que apenas nas séries finais algumas disciplinas abordam questões epistemológicas.

Outro empecilho ao bom ensino de ciências é o uso de argumento de autoridade. Esse é um erro muito comum dentro das aulas de Física. Os professores, frequentemente se valem de termos como: “Isaac Newton determinou que ao aplicarmos uma força a um corpo, existe uma força resultante igual, porém

em sentido oposto”, ou mesmo, “*Embora a gente não entenda direito a teoria da relatividade, ela foi estabelecida pelo grande físico Albert Einstein . . .*”. Por essas afirmativas, os alunos estabelecem em suas mentes que a Ciência só é possível a grandes gênios, e uma vez estabelecida uma teoria, não é possível questioná-la. Esse é um fator que provoca o desinteresse dos alunos, já que se consideram inaptos para adentrarem nesse campo de conhecimento. Isso quer dizer que ao se abandonar esse tipo de ensino (por autoridade), aumenta-se a simpatia dos alunos para as disciplinas científicas. Assim, mais jovens podem se dedicar ao desenvolvimento e progresso da Ciência e tecnologia.

A História das origens das teorias enriquece o trabalho docente, evitando o excesso de matematização da Física. Os alunos, em sua maioria, se sentem desmotivados e entendem de forma distorcida a essência da Ciência, quando se deparam com inúmeros cálculos e conceitos que devem ser memorizados. As aulas de Física são, na verdade, aulas de exercícios de fixação puramente matemáticos. Alie-se isto ao fato de que o

Alunado está na escola pelas mais diversas razões e com os mais diferentes níveis de expectativa que um ser humano possa almejar ou sonhar. Afinal são pré-adolescentes e adolescentes, e o mundo se torna objeto de descobertas e nem sempre as oferecidas pela escola são as mais atraentes ou mais prioritárias em suas vidas (ALVES FILHO, 2000, p.268-269).

Esse é um fato grave, pois não é somente a desmotivação dos alunos que está em questão, mas sua própria capacidade de pensar, de ser inteligente. Para LIMA:

Todo ensino que se baseia na imitação (do professor), isto é, que depende da aprendizagem de fórmulas e nomenclaturas não é ensino inteligente. O ensino inteligente depende de ensaio e erro, de pesquisa, de solução de problemas (sem fórmulas prontas) (1980, p. 59).

Desse modo, o aluno não aprende a agir (tomar atitudes) em diferentes situações, e não estamos falando somente de problemas e exercícios escolares, mas isso se estende às situações em que as pessoas se deparam na vida. Os alunos não são direcionados a pensar nas hipóteses e possibilidades, mas somente a relembrar um algoritmo para a solução de certos problemas. Contudo, o estudante que é estimulado a “*experimental combinações originais*”, ao se deparar com algum problema, no futuro,

em vez de procurar lembrar-se da “fórmula”, passa imediatamente a fazer hipóteses de soluções (combinações). É esta atitude que se torna um hábito: o hábito de inventar, o hábito de não recorrer a uma fórmula: o hábito de não ter hábitos (LIMA, 1980, p. 61).

Logo, o trabalho do professor de Física ultrapassa o ofício de “passar as fórmulas” para que os alunos as usem nos exercícios e nas provas. Esse professor tem a responsabilidade de mostrar a Ciência humana e reflexiva. As aulas de Física devem ser um ambiente propício e cômodo para o desenvolvimento das argumentações, ponderações e do espírito crítico dos estudantes.

A partir da década de 1970, muitas pesquisas começaram a expor seus resultados na literatura especializada, pesquisas que identificavam que mesmo depois de alunos de grandes universidades ocidentais terem estudado os conceitos científicos nas aulas, suas concepções sobre a Ciência eram muito próximas aos da Física aristotélico-escolástica (CARVALHO, 1992). Através dessas investigações, muitas concepções alternativas estão cada vez mais sendo detectadas. É importante que os professores compreendam que os alunos não vão às aulas como “*tábulas rasas*”, mas possuem suas concepções prévias sobre a massiva quantidade de conteúdos de Física ensinados, um conhecimento proveniente das situações cotidianas e do senso comum. As atitudes do professor mediante esses conceitos definem a eficácia do processo ensino-aprendizagem.

Segundo MARTINS, elas não devem ser ignoradas ou ridicularizadas, mas o docente tem a incumbência de

tentar auxiliar o educando a passar por uma mudança conceitual, da antiga para a científica, através de argumentos da mesma natureza dos que são utilizados nas discussões científicas – mas não por um argumento de autoridade (2006, p.26).

Muitas dessas concepções alternativas formaram em alguma ocasião uma teoria aceita pela comunidade científica por longos anos, como é o caso da teoria geocêntrica. Ao identificar as concepções alternativas dos alunos com uma dessas teorias, o professor tem uma grande ferramenta de trabalho em suas mãos, podendo ajudar os estudantes a ressignificar seus conceitos. Essa é mais uma grande justificativa para o aprofundamento dos estudos sobre História e Filosofia da Ciência,

visto que são de extrema importância no âmbito do ensino de ciências, nesse caso, especificamente da Física.

Capítulo 1: O Pensamento à Época de Newton

1.1 Influências da Filosofia grega

O pensamento grego se desenvolveu em uma base racional. Podemos encontrar nessa civilização concepções importantes que permearam o intelecto de Newton.

Segundo RODRIGUES (1988, p.8), dessa construção racional, é possível caracterizar quatro tipos de pensamento: jônico-materialista, atomista, matemático e aristotélico.

Os jônicos (litoral da Ásia Menor) são os iniciantes nas especulações filosóficas sobre o Universo. A tendência de se admitir explicações materiais para os fenômenos, sem a necessidade de fatores sobrenaturais, tomaram forma com Tales (585 a.C.), Anaximandro (611-545 a.C.) e de Anaximenes (580-528 a.C.). A terra, água, ar e fogo eram os elementos suficientes para a explicação de todas as coisas, tudo era criado a partir deles.

O atomismo se define com Demócrito e Leucipo. A palavra átomo vem do grego a-tomos, e significa o que não é mais possível dividir, cortar. Nesse contexto, o átomo é a parte última da matéria, do qual todas as coisas são formadas a partir de seus contínuos movimentos no vácuo (tudo é formado por átomo e vácuo). Dessa Filosofia, o pensamento ateu se configura.

Na concepção Matemática, o Universo precisa ser desvendado e a única maneira para se chegar às verdades é através dos números. As formas geométricas também tomam grande importância, a esfera e o círculo são considerados as formas perfeitas por sua simetria, por isso ganham atenção especial da astronomia. Pitágoras e seu discípulo Platão, definem os intelectuais importantes da corrente Matemática de pensamento.

É nesse âmbito que o mundo celeste é caracterizado pela perfeição e imutabilidade. Os planetas descrevem suas órbitas circulares por sua característica divina.

É no pensamento aristotélico que o elemento éter surge. Aristóteles, discípulo de Platão, assume a Terra esférica e centro do Universo. Cada coisa tem o seu lugar na natureza, todo movimento natural é uma ação à restauração da ordem. Os quatro

elementos também estão presentes em sua teoria, acrescido do quinto, o éter. O éter é o elemento imutável e que forma as coisas perfeitas, ou seja, os corpos celestes.

Com as conquistas alexandrinas, o grande império de Alexandre abarcou a Grécia, a Pérsia, o Egito e o norte da Índia, o que permitiu à Filosofia grega ser associada à outras culturas. Por volta do século III a.C., a Filosofia acaba por ficar em segundo plano fomentando à Ciência o uso da observação e das práticas experimentais. Pela falta da Ciência natural, o pensamento se volta ao misticismo.

As escolas posteriores, especialmente o estoicismo e o neoplatonismo, desenvolveram o aspecto místico do idealismo de Platão, e o lado matemático aparece na forma de uma numerologia cabalística, com seus quadrados mágicos e números místicos (RODRIGUES, 1988, p. 14).

1.1.1 Estoicismo

O estoicismo leva o nome de Zenão de Cício (336-264 aC.) como seu fundador. Seu mote é a afirmação da Física como a própria sabedoria, a qual descreve os fenômenos pela presença perfeita de Deus.

O *pneuma* é um termo importante nessa Filosofia. A palavra do grego antigo traduz um *sopro vital*, cada corpo possui características vitais devido ao *pneuma*. É ele responsável pela tensão que mantém unidas as partes da matéria. Nesse contexto, o mundo é um ser vivo, e é o próprio Deus.

Outra característica essencial do estoicismo é a aceitação de que tudo que existe é corpóreo, isso inclui Deus como um ser corpóreo, que é como um fluido sutil que está sobre todo o espaço. Mais a seguir, veremos que esta concepção está presente em Newton, quando esse confessa um deus que penetra todo o espaço agindo sobre o mundo.

O mundo, na visão estoíca, segue seu destino pré-determinado. Tudo obedece à razão universal, o que corrobora a ideia de um Deus ativo no cosmo, uma vez que o Universo, por sua beleza, não pode ser fruto de uma ação mecânica casual.

1.1.2 Epicurismo

As bases epicuristas estão nas idéias de Demócrito e Leucipo, o atomismo. Seu fundador Epicuro (341-270 a.C.) instituiu sua escola em Atenas, quinze anos após a morte de Aristóteles.

Nessa Filosofia, não há um Deus agindo no percurso das coisas, assim, as explicações são ausentes da atuação divina. Os átomos se movimentam e podem abster-se de seu destino, assumindo que não há ordem pré-estabelecida.

1.1.3 Neoplatonismo

Talvez a grande característica do neoplatonismo que se legou a Newton foi a crença num Deus Uno. *“Deus Pai é a Unidade, e a sua atividade criadora se torna o Filho – Verbo ou Logos”* (In: RODRIGUES, 1988, p.21). Essa assertiva está muito próxima ao ensaio de Newton sobre Cristo, dito como a atividade de Deus na natureza.

Na Universidade de Cambridge, o neoplatonismo também encontrou lugar no século XVII, influenciando Isaac Newton e anteriormente, no século XVI, os pensamentos de Kepler e Copérnico, por exemplo.

1.1.4 Hermetismo

O Renascimento europeu significou um anseio por beber da sabedoria da Antiguidade, através da qual seria possível encontrar as verdades. No entanto, enquanto se acreditava estar buscando as mais remotas fontes de sabedoria egípcia, os manuscritos que inspiravam os intelectuais da época, hoje sabemos que são originais do século II a.C. e definiam a essência pagã do primitivo cristianismo cheia de magias e influências orientais. (YATES, 1987, p.13 In: BARRETO, 1995, 55.)

Dentre as obras inspiradoras do Renascimento, estão os escritos de autoria referida a Hermes Trismegisto (Três-Vezes-Grande), dos quais o mais famoso remonta à reunião de quinze tratados conhecidos como *“Corpus Hermeticum”*. Acreditava-se, durante a Renascença, que Hermes seria uma pessoa real e teria escrito de próprio punho essas obras. No entanto, na cultura egípcia, Toth, e na grega, Hermes, é identificado como o deus escriba e divindade da sabedoria.

Inspirado nele foi desenvolvido um conjunto literário em grego sobre os temas astrológicos e ciências ocultas.

Nessas obras, a origem do Universo é tratada em uma visão complexa panteísta, ou seja, Deus é todo o Universo.

A verdade primordial é Uma, Uma Verdade, Uma Unidade. Todas as coisas dela provêm, e através dela recebem a verdade e a unidade do perpétuo movimento de geração e corrupção (BARRETO, 1995, p. 63).

Essa é uma análise de Barreto de *Picatrix*, tradução latina de um famoso trabalho em magia natural, do autor árabe Malasma Ibn Ahmad, o que sugere uma ligação com o neoplatonismo, uma vez que este também defende a unidade de Deus.

Picatrix menciona com frequência Hermes Trismegisto e remete a ele a construção de um Templo ao Sol, o que significa que Hermes tenha desenvolvido um culto ao Sol. Isso impulsionou o heliocentrismo de Bruno e Copérnico, já que *Picatrix* circulava pela Europa nos séculos XV e XVI.

Hermes Trismegisto teria escrito em uma pedra de esmeralda a máxima: “O que está em baixo é como o que no alto”, essência da síntese newtoniana.¹

O Deus onipresente de Newton, que governa os fenômenos terrestres, que “puxa” a maçã em direção à Terra, também governa o que ocorre em “cima”, “puxando” a Lua para a Terra e a Terra e os Planetas para o Sol (BARRETO, 1995,p. 65).

O hermetismo parece configurar-se entre os esteios mais remotos das teorias newtonianas. A tarefa de transferir partes dessa Filosofia a Newton, provavelmente se deva a Henry More, professor de Newton em Cambridge e grande adepto das tradições herméticas, como veremos mais adiante.

Além disso, o hermetismo foi a Filosofia que deu origem à alquimia, importantíssimo para compreender aspectos das concepções de Newton.

¹ Ver no Anexo: letra da música “Hermes Trismegisto e sua Celeste Tábua de Esmeralda”.

1.1.5 Alquimia

A alquimia é uma atividade manual e de pensamento. Pautava-se nas transformações dos metais. É uma mistura dos simbolismos, das mitologias, e das técnicas de mineiros, fundidores e ferreiros. Sua Filosofia baseava-se em duas frentes. Buscavam o elixir da longa vida, líquido com preparados de ouro para ingestão que lhes proporcionaria o rejuvenescimento, a longevidade, a imortalidade, o que lhes significava a conquista simbólica do tempo. Para os alquimistas, os metais encontravam-se no ventre da Terra, como embriões, e que por um processo muito longo, poderia levar centenas ou milhares de séculos, iam se alimentando como as sementes das plantas e tendendo ao seu estado de perfeição, o ouro. Isto remonta a segunda frente de busca alquímica. O que almejavam era apurar uma técnica de laboratório que lhes permitissem o mesmo processo “natural” nos metais, mas em um tempo muito mais resumido.

Através da cultura árabe, junção das culturas persa, egípcia e greco-romana, é que a alquimia antiga e medieval chega à Europa Renascentista. Os árabes retomaram os estudos filosóficos que haviam se estagnado com a queda da cultura greco-romana. Na tolerância religiosa árabe, os opositores ao cristianismo ganham recanto e cooperam para a sua expansão.

Os escritos alquímicos renascentistas e medievais começaram a ser publicados na segunda metade do século XVI e início do século XVII, coincidindo com o movimento de reforma protestante. Dentro de uma insatisfação com o ortodoxismo religioso, a literatura alquímica ganha a atenção de um público considerável, era a busca por um cristianismo não dogmático. Aqueles envolvidos nos movimentos místicos comprometeram-se com a política da agitação protestante, mais por um motivo de tornar útil a situação, no sentido de aproveitar a instituição do Protestantismo para livrar-se das armas da Inquisição Católica do que por uma proximidade ideológica.

1.1.6 Rosacrucianismo

No final do século XVI, surgiu na Alemanha uma nova escola de misticismo liderada por Henry Khunrath, com fortes influências do hermetista inglês John Dee. Em 1614, esse grupo alemão de ocultistas publica um manifesto “Discovery of the

Fraternity of the Most Laudable Order of Rosy Cross” ou “Fama Fraternitatis” e depois em 1615, “Confessio Fraternitatis Rosy Cross”. Surgia o Rosacruçianismo, um grupo reconhecido como a Fraternidade. Seus escritos combinam Magia, Cabala e Alquimia. Destacam-se como defensores dessa doutrina, Michael Maier e Robert Fludd.

As publicações rosacruçianas foram interrompidas com a derrota protestante em 1620, e passaram a ser associadas à feitiçaria pela Igreja Católica.

Marin Mersenne (1588-1648), um frade francês, impeliu a Filosofia mecânica sobre a França como resposta à sua rejeição ao movimento alquímico. Para ele, somente o mecanicismo poderia refutar a incredulidade, pois poderia bem conciliar a Ciência e a religião. Assim divulgou as ideias de Galileu na França. Em 1623, investiu contra a tradição renascentista, o ocultismo, com a publicação de “Quaestiones in Genesim”, criticando a magia, a cabala, e mais rispidamente a Robert Fludd.

Mersenne, amigo e admirador de Descartes, impeliu-o à elaboração do mecanicismo em substituição à magia. Descartes, envolto nesse público ataque ao ocultismo, propõe a separação entre matéria e espírito. O paradoxo nessa situação está quando Descartes impulsiona a fé formulando seu sistema filosófico dessa forma, e, no entanto é, muitas vezes, caracterizado como ateu. Pierre Gassendi retoma o atomismo de Epicuro e se mostra contra os rosacruçianos.

Num período imediatamente anterior a Newton, entre 1640 e 1660, a alquimia iniciou um processo de clarificação, principalmente no tocante ao conceito de transmutação que toma bases racionais e operacionais, e termina somente no século XVIII com sua racionalização completa e rejeição desse conceito.

Nada contribui mais para a clarificação da alquimia do que o processo de circulação de ideias, que se deu pelo círculo de Hartlib na Inglaterra e por Mersenne em Paris. Samuel Hartlib (1600-1662) se interessa pela reforma religiosa e educacional, vislumbrando a Ciência em sua aplicação prática para a sociedade. É um grande articulador de ideias e escolas de pensamento, une em torno de si o chamado círculo hartlibiano. Possibilita o confronto de ideias que trazem resultados férteis, principalmente, para alquimistas e filósofos mecânicos. Ambos, Hartlib e Mersenne, prezavam pela possibilidade de tornar a alquimia mais pública, para isso a mesma precisava ser racionalizada para ser mais compreensível. Esse configurou-se como um passo importante para a quimicalização da alquimia.

Eirineus Philalethes, um homem do círculo hartlibiano, não muito conhecido como muitos nomes desse grupo, é um escritor alquímico que se tornará um dos favoritos de Isaac Newton. Philalethes é possivelmente um codinome de George Starkey. É dito como mais químico que alquímico, pois deposita na matéria e não no homem o centro dos processos alquímicos.

Robert Boyle é influenciado também por esse grupo. Defende maior abertura da comunicação. Escreve um ensaio incentivando o compartilhamento dos segredos médicos e refuta os argumentos que sustentam a manutenção dos segredos. Exatamente a ideologia do grupo de Hartlib em relação à circulação de ideias (RODRIGUES, 1988, p.71). A incitação pelo trânsito livre de segredos médicos e alquímicos teve resultados e estes começaram a se difundir socialmente e o laboratório, isto é, o trabalho experimental principia um papel importante na alquimia.

Quando os membros mais importantes do círculo hartlibianos morreram (Hartlib em 1662, Digby, sogro de Hartlib, em 1665 e Le Fevre, em 1669), o grupo não acaba imediatamente devido ao fato de Robert Boyle, membro mais famoso, ter tomado para si a ideologia Hartlib, seu grande interesse pela alquimia não se findou, e acabou por influenciar Newton com sua obra sobre a transmutação alquímica em bases mecânicas, publicada em 1666.

1.2 O pensamento no século XVII

Queremos, nessa etapa, traçar um quadro geral para entender a esfera filosófica que envolvia a comunidade intelectual européia imediatamente antes de Newton debruçar-se em formular suas próprias teorias. Assim, teremos subsídios suficientes para compreender sua rede de influências, sejam elas estritamente científicas ou aquelas consideradas ilegítimas, tais como a alquimia e as Escrituras Sagradas. Veremos como o ressurgimento no Renascimento das ideias expostas nos tópicos anteriores (hermetismo, neoplatonismo, alquimia) pôde cooperar no pensamento do século XVII em Cambridge.

Ao nos depararmos com os nomes envolvidos com a Filosofia natural no século XVII, tais como Isaac Barrow, Henry More e Descartes, entenderemos que a Física e a Metafísica de Newton não são inteiramente particulares como sugerem aqueles que se dedicam a mitificar o gênio Newton. No entanto, não se deve entender Newton como um “*simples herdeiro, mas como um debatedor ativo*” o qual

“recebe, assimila e responde definindo seus objetos de trabalho” (BARBATTI, 1998, p.154).

Como já dito, o pensamento dos grandes intelectuais do século XVII não devem ser entendidos num processo de ruptura com as crenças que levaram ao racionalismo do século XVIII. As muitas doutrinas místicas tiveram nesse período papel de influência. Assim como a alquimia ocupou parte considerável da vida de Newton, os pensadores da esfera filosófica imediatamente antes deste, bem como na sua contemporaneidade não estavam desvinculados do ocultismo. Foi através de Isaac Barrow e Henry More que Newton, provavelmente, recebeu os seus primeiros manuscritos alquímicos provenientes do Grupo Hartlib, com o qual Barrow e More tinham contato. Também por estes, Newton se engajou no estudo experimental alquímico.

Então, devemos entender o pensamento à época de Newton mediante a compreensão das ideologias místicas que vieram à tona no período renascentista.

Isaac Barrow (1630-1677) foi professor de Matemática de Newton. Entrou em Cambridge em 1645. Estudou Medicina, Botânica, Anatomia e Química e depois Matemática. Em 1662, se tornou membro da Royal Society, das quais também participavam Boyle, Digby e Le Frève, facilitando a Barrow obter escritos de alquimia do círculo hartlibiano. Foi o primeiro a ocupar a Cadeira Lucasiana de Matemática em 1663.

Henry More (1614-1687) foi professor de Newton no Grasham College, e sua influência sobre este não se reservou somente para o período de ingresso em Cambridge. Quando Newton se hospedou no sótão da casa do Sr. Clark, leu uma coleção de livros que estavam ali porque o irmão do Sr. Clark havia tido aulas com More e este o havia influenciado com sua posição filosófica (RODRIGUES, 1988, p.80).

Henry More leu Descartes. Modificou algumas coisas. More não refutou por completo a mecânica cartesiana, mas não concordava, por exemplo, com a separação completa entre matéria e espírito desenvolvida por Descartes, pois é uma teoria que lhe parecia aludir ao ateísmo. E em 1648, iniciou-se uma longa correspondência entre ambos.

Koyré descreve More como um sincretista que misturou Platão e Aristóteles, Demócrito e a Cabala, Hermes Trismegisto e a Stoa. Um filósofo muito mais da tradição hermética, do ocultismo do que da História da Filosofia propriamente dita.

Mas confere a More a competência de quem deu à nova ciência – e a nova visão de mundo – alguns dos elementos mais importantes do quadro metafísico que lhe assegurou o desenvolvimento (KOYRÉ, 1957, p.112).

Os primeiros escritos alquímicos com que Newton teve contato provêm de More e Barrow. Talvez Roberto Boyle mantivesse também correspondência com esses intelectuais e os manuscritos dessa Filosofia mística, além de trocar cartas com Newton. Então, esses quatro pensadores mantiveram contato, pelo menos à época em que Boyle, em 1673, mandou cópia de seu mais recente livro e solicitou que uma cópia chegasse à mão de Barrow e outra à More.

Os intelectuais seguidores da Filosofia natural do século XVII podem ser classificados como realistas ingênuos (BARBATTI, 1998, P.155). O realismo ingênuo ou científico afirma que a realidade existe independente do que conhecemos ou entendemos e prega que as afirmações da Ciência são inconteste. Dentro dessa linha, surgem duas correntes que irão permear a Ciência moderna: a da Filosofia mecânica e da Filosofia empírica. Esta ressalta o valor da experimentação rigorosa e precisa devido à incapacidade humana mediante a diversidade de coisas, enquanto aquela enaltece a Matemática como sendo a única forma de se chegar à verdade. Embora ambas convirjam, não chegam à união total.

À Filosofia mecânica não deve se atribuir responsabilidade pelo fato do fim da alquimia, como comumente, é inferido. Na verdade, os filósofos mecânicos consentiram na essência da alquimia, a transmutação, e lhe conferiram uma versão racional, ou seja, acreditavam na premissa que a matéria principal é a mesma para todos os corpos, acreditavam num *“rearranjo de mínimas partículas de uma matéria universal”* (RODRIGUES, 1988, p. 56).

1.2.1 Credo

Grande característica também dos filósofos que compunham o pensamento do século XVII é a intensa devoção ao seu credo, apesar de se mostrarem insatisfeitos com os ideais escolásticos devido ao seu aspecto dogmático e não explicativo. Descartes, por exemplo, considerava Deus como sendo a causa primeira de todo o Universo, essa ideia também era compartilhada por Thomas Hobbes. Deus fizera o mundo como uma máquina que opera sozinha em grande harmonia. No começo dos tempos, Deus colocara as coisas em movimento, assim, a Terra é como uma máquina que trabalha com precisão e regularidade, sem necessidade de

continuar agindo para que o Universo funcionasse devido a perfeição de sua criação.

Apesar de Newton ter sofrido influências de Descartes, esse é um ponto em que ambos não convergem. Deus estava em todo o espaço no Universo, era um Deus que agia sobre todas as coisas em todo o tempo, assegurava Newton, não, somente ele, mas outros como More e Boyle. Foi assim que Newton propôs a força gravitacional. Sem a possibilidade de entender a ação de uma força a distancia, por exemplo, entre a Terra e a Lua, Deus é que fazia a transmissão dessa força de um corpo a outro.

O pensamento de Descartes provém da separação radical de suas categorias (*res extensa e res cogitans*). Para ele, as coisas que possuíam propriedades materiais podiam ser reduzidas a uma essência puramente geométrica. Entretanto, as coisas que não poderiam ser alcançadas por essa redução (a mente, Deus, as características secundárias como odor e cor) eram consideradas as sem extensão. Essa categorização produz uma linha tênue entre a dualidade e a ateização da natureza. Essa concepção sugere que os fenômenos teriam suas explicações independentes da atuação divina. Hobbes acentua essa ideia negando a possibilidade de formulação de quaisquer pensamentos a respeito de Deus.

Barrow assimila de boa vontade a Matemática clara e direta de Descartes. No entanto, influenciado pela cultura hermética, não concorda com o afastamento do divino nos sistemas do mundo físico. Descartes havia esquecido da “alma” ou “espírito vital” – algo imaterial para dirigir os movimentos da matéria (RODRIGUES, 1988, p.79).

Em contraposição ao dualismo de Descartes, Henry More propõe uma mecânica além das leis do movimento. Segundo ele, a alma tem extensão e está distribuída em todo o corpo e pouco além dos seus limites, sugerindo que Deus permeia todo o espaço, uma vez que possui extensão. O espírito tem o poder de penetrar na matéria e lhe produzir movimento, também pode se dilatar ou contrair e assim ocupar qualquer espaço. Nesse ponto Newton parece ter sido influenciado por More, já que compartilha a ideia de que Deus está em todo o lugar, agindo sobre todas as coisas.

Em uma carta a Descartes, More expõe sua insatisfação quanto à separação cartesiana matéria-espírito e estabelece seu argumento de conferir à Deus extensão.

Primeiro, estabeleceis uma definição de matéria, ou corpo, que é excessivamente ampla, pois sugere que não somente Deus é uma coisa extensa (res), como os próprios anjos, bem como tudo que existe por si mesmo, sejam coisas extensas. De sorte que parece que a extensão está fechada nos mesmos limites que a essência absoluta das coisas, que pode, entretanto, ser diversificada segundo a variedade dessas próprias essências. Quanto a mim, creio estar claro que Deus é extenso à Sua maneira, uma vez que Ele é onipresente e ocupa intimamente todo o universo, bem como cada uma de suas partículas singulares. Como poderia Ele, com efeito, comunicar movimento à matéria, como fez uma vez, e como o faz ainda agora, segundo o que dizeis, se Ele não tocasse a matéria do universo precisamente, por assim dizer, ou pelo menos não a tivesse tocado em um certo tempo? Certamente não teria sido capaz de o fazer se Ele não estivesse presente em toda parte e não ocupasse todos os espaços. Deus, portanto, estende-se e expande-se desse modo; e é, portanto, uma coisa extensa (res) (In: KOYRÉ, 1961, p. 100).

Esse trecho nos dá margem para compreender a impossibilidade de conceber força a distancia para os filósofos mecânicos. Não é possível que Deus não contate a matéria para lhe imprimir movimento, tão somente Ele está em todo o espaço para executar essa função.

Descartes responde ao conceito de extensão espiritual de More. A impenetrabilidade está conjugada à matéria e a falta de extensão é o que justamente permite que dois ou mais espíritos estejam juntos num mesmo lugar.

Mas nego que haja em Deus, em um anjo, em nossa alma e em qualquer substância que não seja um corpo, uma verdadeira extensão, tal como todo mundo a concebe. Pois por uma coisa extensa todas as pessoas entendem uma coisa imaginável, e na qual, pela imaginação, podem-se distinguir partes diversas de uma magnitude e forma determinadas, das quais uma não é a outra; de sorte que é possível, pela imaginação, transferir qualquer uma delas para o lugar de outra, mas não imaginar duas delas no mesmo lugar (In: KOYRÉ, 1961, p. 104).

Rodrigues explica a diferença entre as concepções de Barrow e More quanto a definição de espírito.

Para Barrow a interconversão Matéria-Espírito era afirmada tomando por base os filósofos herméticos para os quais, em todas as coisas havia uma matéria grosseira e um espírito sutil. Mas para More, por uma necessidade filosófica, matéria e espírito eram rigidamente separadas. O espírito servia apenas para guiar e dirigir o movimento dos corpos. (RODRIGUES, 1988, p.86)

A concepção hermética-neoplatonista no período renascentista confere ao espírito, não uma característica imaterial como a ideia cristã de alma, mas o espírito é matéria sublimada e elevada aos mais altos graus de perfeição. Dessa ideologia More parece compartilhar.

More concebe uma substância incorpórea que está presente no ser humano e imagina uma substância similar e maior na natureza como um todo, sugerindo a crença num mundo que não tem um mecanismo menos complexo que o ser humano. Essa ideia encontra-se na tradição hermética, especificamente no *Picatrix*, onde o cosmo é um reflexo do homem.

Além disso, More afirmava a existência de um Espírito da Natureza, que não agia arbitrariamente, mas de forma semelhante em ocasiões semelhantes, o que propõe um não descarte das leis físicas. Em sua concepção, o Espírito em geral usufrui das seguintes propriedades: *Autopenetração*, *Automoção*, *Autocontração e Dilatação e Indivisibilidade*, ou seja, um espírito é *uma Substância penetrável e indiscerpível* (inseparável). É nesse substrato que More vai defender a essência da gravidade, que certamente foram ideias transmitidas a Newton, seu aluno em Cambridge.

1.2.2 Espaço

O conceito de espaço aparece nos discursos filosóficos como primário. Descartes o concebe como relativo, apenas uma consequência da posição relativa da matéria, enquanto outros assumem o espaço absoluto, dentre os quais More, Hobbes, Barrow e Gassendi. O espaço de Newton, descrito nos *Principia*, é também absoluto, derivado das concepções de More e Barrow. Cada um exibe uma particularidade na definição do conceito. Hobbes assume o espaço como ilusão da mente, enquanto More, como real e substancial, além disso, “o espaço para More, não é apenas real; é divino” (RODRIGUES, 1988, p.85).

Descartes identifica extensão à matéria. A natureza do corpo é extensão. Em consequência rejeita o vazio, o espaço físico está em toda parte cheio de éter. A matéria é extensão e espaço, diferentemente do espírito. Henry More defende a alma sendo imaterial, porém dotada de extensão, assim como Deus é extenso. O espírito é penetrável, portanto matéria e espírito podem coexistir. O espaço vazio é cheio da extensão de Deus.

Ao negar tanto o espaço vazio como a extensão espiritual, Descartes praticamente excluiu os espíritos, as almas e até Deus, não lhe deixando lugar nesse mundo. (Rodrigues, 1988, p. 82).

A rejeição do vácuo por Descartes incomoda More.

Por que Deus não seria capaz de destruir a totalidade da matéria contida em um certo vaso sem que para isso – contrariamente à afirmação de Descartes – suas paredes devessem se juntar (KOYRÉ, 1957, P.100).

À Descartes isso parece inconcebível. Como algo poderia estar separado por “nada”? *“Atribuir dimensões a espaço vazio é exatamente o mesmo que atribuir propriedades ao nada”*. Para More, esse espaço não é exatamente vazio, *“pois continuará cheio da extensão de Deus. Será vazio apenas de matéria ou, propriamente falando de corpo”* (KOYRÉ, 1961, p. 100-101).

“A matéria é móvel no espaço, e, em razão de sua impenetrabilidade, ocupa espaço [...]; assim é impensável matéria sem espaço”. Mediante esse argumento de More, podemos inferir que o espaço é a condição para a existência, segundo ele, e compartilha as características do divino: infinitude, onipresença e indivisibilidade. Essa concepção leva a uma grande divergência entre Descartes e More. Enquanto o primeiro assume apenas Deus como infinito, o segundo deve assimilar o espaço infinito, já que Deus está em toda a parte e este é essencialmente infinito. É importante destacar que Descartes não assume o mundo como finito, em contraposição à More, mas o caracteriza como indefinido, uma vez que não pode conceber seus limites.

Segue trechos da correspondência entre os dois filósofos. Primeiro a segunda carta de More a Descartes, com suas objeções. E em seguida a resposta desta, por Descartes:

Contudo, se reconhecermos Deus como positivamente infinito, isto é, existente em toda a parte, como corretamente fazeis, não vejo a possibilidade de a razão hesitar em admitir prontamente também que Ele em nenhuma parte é ocioso, e que com o mesmo direito, e com a mesma facilidade com que [Ele criou] esta matéria em que vivemos, ou que pode ser alcançada por nossos olhos e nosso espírito, Ele produzisse matéria em toda a parte (In: KOYRÉ, 1961, p. 107).

A infinitude do mundo está encerrada à nossa percepção humana, isto é, o mundo é infinito somente a nós, em realidade e verdade é finito. Argumento tanto contraditório de More:

Repugna às minhas ideias atribuir qualquer limite ao mundo, e minha percepção é a única medida do que devo afirmar ou negar. É por isso que digo que o mundo é indeterminado ou indefinido, porque não lhe reconheço quaisquer limites. Mas não me atrevo a chamá-lo de infinito, uma vez que percebo que Deus é maior do que o mundo, não em razão de Sua extensão, que como já disse, não reconheço em Deus, mas em razão de sua perfeição (In: KOYRÉ, 1961, p. 109).

Newton compartilhou a metafísica de Gassendi, quando esse defende o espaço como efeito da existência onipresente de Deus, o que não contrapõe as ideias de More. O espaço de Newton é um ente especial que provém do “efeito emanativo” de Deus, o que ele chamou de “Sensorium Divino” em seu livro *Óptica*. Para Newton, “*Deus criou a matéria conferindo a certas partes do espaço puro uma impenetrabilidade*”. *Em outras palavras, os átomos*” (RODRIGUES, 1988, p. 46).

Parece à Descartes, inconcebível a hipótese de existência de átomos e do vazio. Pensamento que decorre da sua separação matéria-espírito, já que a matéria tem extensão e o espírito não, como imaginar apenas a extensão ausente o corpo?

Como repugnar à nossa maneira de pensar conceber que, se toda matéria fosse removida do recipiente, permaneceriam ainda a extensão, a distância, etc... ou que as partes da matéria sejam indivisíveis, dizemos simplesmente que tudo isso implica contradição”. O Deus cartesiano é onipotente, entretanto não pode fazer aquilo que escapa à nossa maneira de conceber. “É um Deus Verax que garante a verdade de nossas ideias claras e distintas” (KOYRÉ, 1957, p 104).

1.2.3 Gravidade

O problema da gravidade era propósito de muitas discussões filosóficas, entretanto isso não impõe consensos. Duas correntes principais dividiam as concepções dos intelectuais. Poder-se-ia explicar a gravidade como um fenômeno mecânico, efeito das colisões, possivelmente, do éter com os corpos, ou então, se poderia enquadrá-la numa hipótese metafísica, como eram explicados os fenômenos magnéticos e elétricos. Um impasse aumentava a polêmica do assunto. Apenas um

corpo dotado de inteligência poderia obedecer a leis. Um corpo inanimado não é inteligente, a não ser que fosse preenchido por um espírito. Mas um espírito poderia ser guiado por comando mecânicos?

Descartes e Hobbes, com suas convicções materialistas, não podiam compreender uma hipótese metafísica para a questão. Newton também não pôde assimilar um fenômeno explicado por ações a distância, e posicionou-se, em primeira instância, a defender as colisões da matéria com o éter. Somente em 1679, Newton larga as explicações etéreas e passa a adotar o conceito de forças agindo a distância, que segundo Westfall, provêm da tradição hermética, começa a explicar atração e repulsão da matéria através das concepções de simpatias e antipatias alquímicas.

1.2.4 Experimentação

Newton assume uma postura de físico experimentador e nesse aspecto teve a influência de Robert Boyle. O interesse de Boyle pela alquimia, incitado pela influência do grupo Hartlib, o fizeram adquirir algumas características dessa maneira de pensar. Boyle se dedicou ao trabalho experimental, acreditava na transmutação dos metais e a operacionou em bases mecânicas. Boyle confere grande importância à experimentação metódica submetida à razão, aspecto encontrado em Descartes, apesar de Boyle não defender o distanciamento de Deus nas explicações dos fenômenos.

Newton, ao se deparar com um trabalho de Boyle de 1666, se vê incentivado a aprofundar-se mais na Filosofia alquímica. Durante muito tempo mantiveram correspondência, onde tratavam desses assuntos, tema pelo qual Newton dedicou uma parcela intensa de sua vida.

A partir de 1675, Newton começou a corresponder-se com Boyle. Em 1678, escreveu-lhe uma carta longa sobre o éter. Esta carta teve grande relação com o artigo *De aere et Aethere*.

Capítulo 2: As Influências do Pensamento Antigo e Renascentista e a Formulação da Teoria da Gravitação Universal

Newton solucionou grandes problemas ao realizar seu estupendo feito: a síntese entre o celeste e o terrestre. Mas para chegar aos seus desígnios, Newton apoiou-se sobre ombros de gigante. Dessa forma, podemos compreender, em uma visão mais completa, o pensamento de Newton ao estudar a ideologia do domínio filosófico e científico de seus antepassados e contemporâneos.

Nesse capítulo, vamos descrever as influências sobre Newton, suas próprias definições dos conceitos de força, ação, espaço e éter, que foram inseridas na Filosofia natural. E como estes se aliam no pensamento newtoniano para formulação das leis do movimento e, em especial, da Lei da Gravitação Universal.

Assim, como Henry More, Newton preocupa-se com a possível indução ao ateísmo que a teoria cartesiana propiciava. Deus criou o mundo com perfeição, sem que este precise de manutenção, uma vez que, no princípio, criou a matéria dotada de movimento. Essa definição filosófica não satisfaz Newton, que procura na antiguidade clássica e na alquimia soluções para suas inquietações teológicas. Seu interesse por alquimia se inicia por volta do ano de 1665.

2.1 Éter

Newton não acredita que a ação mecânica pudesse justificar os processos aparentemente espontâneos de fermentação, putrefação, geração e vegetação. Ou seja, não dá crédito à concepção de inatividade da matéria. É necessária uma explicação metafísica. Talvez, convenientemente, esteja Deus a exercer esse papel. Segundo Dobbs:

O espírito ativo alquímico – o espírito vegetal – que Newton perseguia ardentemente, era nada mais nada menos que o agente em que Deus exercia seu providencial cuidado entre os átomos (DOBBS. In: RODRIGUES, 1988, p. 101).

Inicialmente Newton sugere que

o espírito vegetal é o próprio éter que penetra todas as coisas e constituía sua alma material, posteriormente afirma que o éter seja apenas o veículo

para “algum espírito mais ativo” enredado no mesmo (RODRIGUES, 1988, p.101).

O conceito de éter no Newton jovem está assentado sob uma concepção plenista. Noção igualmente encontrada em Descartes, o qual defende que somente a matéria tem característica de extensão, enquanto More consegue assimilar um espírito imaterial dotado de extensão. Nessa fase de sua vida, Newton assume um éter material, mecânico. Através de colisões, o éter transmite todos os efeitos, e poderia, inclusive, explicar a origem da gravidade.

Mais tarde, Newton começa a pensar o éter em um meio mais espiritual. Primeiro numa concepção mais próxima ao estoicismo. Como um pneuma, um espírito sutil. E em 1675, numa concepção neoplatônica associada ao mecanicismo, confere ao éter um aspecto material, semelhante ao ar, no entanto, mais sutil e rarefeito, e a capacidade de explicar todas as coisas.

Mesmo mudando sua concepção de éter, Newton não deixa de explicar a gravidade pela pressão das partículas do mesmo. Em meio à Filosofia mecânica, esse fenômeno era difícil de explicar, procurava-se respostas para a queda dos corpos, e ao mesmo tempo, era inconcebível assumir movimento sem que houvesse contato, choque. Força a distância era absolutamente um absurdo.

Na Ciência do século XXI, parece que essa noção ainda é decreto. O que são os campos (gravitacional, elétrico, magnético) senão a impossibilidade de conceber ações a distância. “*O campo é uma coisa que possui localização e extensão, penetrabilidade e inseparabilidade...*”. Os espíritos, intermediadores dos movimentos, considerados à época de Newton e provindos das Filosofias místicas, parecem ser conceitos difíceis de serem assimilados à luz da atualidade. No entanto, a entidade fundamental da Ciência contemporânea pode ser comparada, assim como faz Koyré, um tanto anacronicamente, aos espíritos de More, pelas características já descritas acima.

Somente em 1679, Newton altera seu pensamento. Em 1676, Robert Boyle enviara a Newton, uma cópia do seu livro, provavelmente, “*Experiments, Notes, etc. about the Mechanical Origine or Prodction of Divers Particular Qualities*” (Experimentos, notas etc. sobre a origem ou a produção mecânica de diversas qualidades particulares). Em resposta, Newton enviou-lhe uma carta, com as explanações do tema que o livro tratava, as teorias sobre a solução, a precipitação e

a volatilização de substâncias. Em estreita ligação com essa carta, Newton começa a escrever seu tratado “*De aere et aethere*” (“Sobre o ar e o éter”).

O primeiro capítulo, “De aere”, é concernente ao ar e suas propriedades, em especial, a sua capacidade de expansão que tanto fascina Newton.

A ausência de pressão externa permite que o ar se expanda. O calor provoca sua expansão. O calor provoca sua expansão. A presença de outros corpos também o faz expandir-se (WESTFALL, 1995, p.144).

“De aethere”, o segundo capítulo do tratado, traz a discussão de Newton sobre a geração do éter pela fragmentação adicional das partículas do ar em pedaços menores. Nele, Newton, também lista algumas provas da existência do éter, citando os eflúvios elétricos e magnéticos. No entanto não leva muito adiante esta parte de seu tratado. Westfall aponta uma das causas possíveis para que Newton tenha se sentido desacorçoado a continuar a escrevê-lo.

Talvez tenha parado para refletir sobre a tese em si e reconhecido que se estava comprometendo com uma regressão infinita, na qual um novo éter seria necessário para explicar o éter que explicava as propriedades do ar, um terceiro éter para explicar o segundo, e assim por diante (WESTFALL, 1995, p.146).

De fato, se o éter explica o fenômeno da gravidade, de modo que este empurra os corpos para a Terra, quem está a empurrar as partículas do éter? Será necessário postular um éter mais sutil até o infinito?

Para encontrar as respostas da pergunta que lhe intriga, Newton refaz o experimento do pêndulo no vácuo para verificar a existência do éter. Ele lera “*Spring of the Air*”, de Boyle, um dos seus primeiros livros da nova Filosofia natural, e encontrara esse experimento descrito.

Newton postulara que o éter deveria oferecer mais resistência às partes internas de um corpo, uma vez que este penetra nos poros das partes materiais, ao contrário da propriedade do ar que apenas chega à superfície de qualquer corpo. Assim, o experimento deveria determinar que no vácuo, a resistência sobre as superfícies internas do pêndulo seria muito mais elevada em relação às externas.

Para refazer o experimento, Newton presta muita atenção aos detalhes para poder melhorar a precisão deste. Para começar, constrói um pêndulo de 11 pés

(3,35 m) de comprimento. O peso do pêndulo de Newton para a experiência é respectivamente, uma caixa de madeira vazia e uma cheia. A caixa cheia deve sofrer uma resistência bem maior do meio em relação à vazia, era isso que ele tenta verificar.

Westfall detalha a experiência de Newton.

Como peso do pêndulo, ele usou uma caixa de madeira vazia. Puxou-a a 1,82 m para o lado e marcou criteriosamente os pontos a que ela retornou ao oscilar na primeira, segunda e terceira vezes. Para se certificar, repetiu o experimento várias vezes. Depois disso, encheu a caixa com metal e, através de uma pesagem cuidadosa – em que inclui o barbante em torno da caixa, metade da extensão do fio do pêndulo, e calculou até mesmo o peso do ar no interior da caixa -, determinou que a caixa cheia pesava 78 vezes mais do que a vazia. Esse aumento do peso esticou o fio do pêndulo, é claro; Newton o ajustou para tornar seu comprimento idêntico ao original. Puxou-o para o lado até o mesmo ponto de partida e contou o número de oscilações necessárias para que fosse amortecido até atingir as marcas obtidas com o pêndulo vazio. O pêndulo precisou de 77 oscilações para atingir cada marca sucessiva. Considerando que a caixa cheia tinha uma inércia 78 vezes maior, sua resistência, aparentemente, estava numa proporção de 78/77 para a da caixa vazia (WESTFALL, 1995, p.146).

Com essa proporção a que Newton chega, 77/78 para a resistência da caixa vazia em relação à caixa cheia e através de cálculos, conclui que a resistência sobre partes externas supera em 5 mil vezes a resistência das internas.

“Esse raciocínio [concluiu ele] depende da suposição de que a maior resistência da caixa cheia decorre da ação de algum fluido sutil sobre o metal nela colocado. Mas creio que a causa é bem diferente. É que os períodos das oscilações da caixa cheia são menores que os períodos das oscilações da caixa vazia e, por conseguinte, a resistência na superfície externa da caixa cheia é maior que a da caixa vazia, proporcionalmente a sua velocidade e à extensão dos espaços descritos na oscilação. Onde, já que é assim, a resistência das partes internas da caixa deve ser nula ou totalmente imperceptível” (In: WESTFALL, 1995, p.147)

Newton se encontra diante de um resultado decisivo e impactante para sua carreira. É “o limiar de um novo avanço na Filosofia mecânica”, o éter que explicava todas as coisas para os filósofos mecanicistas e o qual Newton acolhe em suas teorias postuladas até o momento, não existe.

A partir daqui, Newton começa a conferir causas diferentes à força, não mais pelos choques causados pelo éter, e o conceito de força a distância começa a tomar forma.

No livro III do *Óptica*, Newton incorporou um conjunto de “Questões”, que foram seu substituto para o livro IV. A obra foi publicada em 1704, e Newton acabou por preferir que essa parte não fosse incorporada devido seu conteúdo ser ousado demais para exposição em público. Newton não era do tipo de pessoa que tolerava as críticas sem exasperação. O livro IV seria o auge da obra e nele Newton assentaria a demonstração da existência de forças que atuam a distância.

Na Questão 28, Newton redige contra o éter cartesiano que dá ao Universo apenas explicações mecânicas, excluindo Deus da natureza.

Filósofos mais recentes baniram da Filosofia natural a consideração de tal causa, inventando hipóteses para explicar todas as coisas mecanicamente e remetendo as outras causas à metafísica; ao passo que a principal função da Filosofia natural é argumentar a partir dos fenômenos, sem inventar hipóteses, e deduzir as causas dos efeitos, até chegarmos à primeiríssima causa, que certamente não é mecânica; e não apenas desvendar o mecanismo do Universo, mas, principalmente, solucionar essas e outras questões similares. Que há nos locais vazios de matéria, e como é que o Sol e os planetas gravitam em direção uns aos outros, sem que haja matéria densa entre eles? Como é que a natureza nada faz em vão, e de onde provem toda a ordem e beleza que vemos no mundo? (...) Como é que os movimentos do corpo decorrem da vontade, e de onde vem o instinto nos animais? Não será o espaço infinito o sensorio de um ente incorpóreo, vivo e inteligente, que vê intimamente as coisas em si e as percebe com minúcia, e as compreende por completo através da presença imediata delas Nele mesmo (...)?” (In: WESTFALL, 1995, p.257-258).

Newton decidiu que fora audacioso demais, mas era tarde quando o percebeu. Ao menos aos exemplares que ele conseguiu ter acesso cortou a página pertinente e a substituiu por uma nova, não mais dizendo que o espaço infinito era o sensorio de Deus, mas que *“existe um Ente incorpóreo, vivo, inteligente, e onipresente que, no espaço infinito, como se fosse em seu sensorio, vê intimamente as coisas em si (...)”*.

Podemos verificar o quanto já tinha se afastado da concepção mecanicista de éter. Sua análise na Questão remete à influência que sofreu da sabedoria antiga, como ele mesmo menciona. Além disso, está próximo à concepção de Espaço Absoluto de Henry More, que acreditava num espaço, em que Deus ocupava mesmo não sendo material, mas espírito dotado de extensão.

2.2 Força

Os gigantes que antecederam Newton também se envolveram, com algumas particularidades e em níveis diferentes de intensidade, nas mesmas aspirações que ele. Isto é, a gravidade, a causa do movimento, o conceito de força e de éter foram assuntos que estiveram nos discursos, com abordagens científicas e filosóficas, de muitos intelectuais da Ciência precedentes de Newton e através deles a mecânica clássica ascendeu-se.

Galileu Galilei, embora tenha se relacionado muito mais com a cinemática do que com a dinâmica, lançou bases para a formulação de ideias desenvolvidas por Newton, a inércia e a matematização do conceito de força.

Galileu fora educado sob as bases da física aristotélica, segundo ela

a força era, grosso modo, um agente que causava um movimento não natural; por assim dizer, uma intrusa no sistema harmonioso dos processos naturais” (JAMMER, 2011, p.130).

O peso era considerado por ele como um desígnio da natureza, isto é, era a inclinação natural dos corpos ao centro do mundo. Sendo assim, não havia razão para a busca da causalidade, pois essa era uma ordem da natureza. Entretanto, segundo Jammer, esse pensamento peripatético não o satisfazia, por isso, Galileu começou a buscar razões mais profundas e racionais.

Estudando o movimento de queda livre, Galileu descobriu que, ao contrário do que se pensava, um objeto sob essa condição atingia velocidades consideráveis gradativamente, ou seja, o corpo sofria um movimento continuamente acelerado. Galileu comparou a força da gravidade com a força propulsora, isso significa que começou a relacionar o peso com os outros tipos de força, ou mesmo que tenha sido uma tentativa de unificar forças estáticas e dinâmicas em um único conceito. Segundo Jammer, Galileu teria chegado ao conceito clássico de força se tivesse uma definição mais clara de massa.

[...] a força (virtù) do propulsor pode ser suficiente para compensar exatamente a resistência da gravidade, de modo que o corpo não é elevado, mas simplesmente sustentado. Quando alguém, segura uma pedra na mão, porventura faz outra coisa que não seja dar-lhe uma força impulsora (virtù impellente) para cima que é igual ao poder (facolta) da

gravidade que a puxa para baixo? E porventura não se imprime continuamente essa força (virtù) na pedra ao segurá-la na mão? (In: JAMMER, 2011, p. 134-5).

Galileu já relacionava diretamente a ação de uma força a um aumento paulatino da velocidade, ou seja, aceleração, sendo possível conjecturar que já havia presumido o princípio de inércia.

O princípio de inércia havia sido enunciado em 1585 por Benedetti. O fato abriu espaço para a consideração da inexistência da força ou de sua medição. Descartes foi adepto dessa linha de pensamento.

A dualidade de Descartes – matéria e espírito em total separação – não lhe permitiu entender a existência da força como algo mensurável e palpável, esta estava ligada ao espírito. À matéria não é conferida nenhuma característica anímica, somente extensão e movimento eterno.

Todos os fenômenos físicos, afirmou, deveriam ser deduzidos de dois pressupostos cinemáticos fundamentais: a lei da conservação da quantidade de movimento – que para ele, não era um corolário do princípio de inércia, mas seu verdadeiro conteúdo físico – e a teoria dos vórtices giratórios de éter (JAMMER, 2011, p.138).

Descartes nunca pôde conceber a ação a distância, isso segundo ele, seria o mesmo que dotar as partículas da matéria de conhecimento e torná-las divinas como se pudessem saber, sem mediação, o que acontece em lugares distantes de onde estão.

Newton sempre insistiu que as forças de interação estavam entre as partículas, eram a manifestação de Deus e não parte intrínseca da matéria, pois uma análise desse porte levaria ao ateísmo. À matéria pode ser dada a capacidade de iniciar, gerar movimento. Como exprime Rodrigues, as forças eram princípios ativos, subordinados a um espírito divino. Não importava mais se era corpóreo ou incorpóreo. Se fosse corpóreo, Deus estaria agindo por meio desse. Mas, se fosse incorpóreo, seria a prova do espírito divino operando no Universo.

A força da gravidade também é considerada por Newton como parte de um ente espiritual. O Deus de Newton faz parte da natureza através de Cristo, que é a vontade de Deus transformada em atividade na Terra. Newton não acredita no

trinitarismo, por considerar que as Escrituras haviam sido adulteradas em relação a esse tema. Assim, Cristo é representado apenas como a ação de Deus na Terra.

O Deus de Newton está e age sobre todas as coisas no Universo em todo o tempo, demonstrando sua onipresença. Está ligado aos conceitos de força e atividade. Newton já abandonara o seu éter mecânico, e agora estava distante da Filosofia mecânica nesse aspecto.

Newton, preocupado com a exclusão de Deus no mundo, impõe o conceito de ação a cada instante. Assim formula sua equação Matemática da força como a diferenciação temporal da quantidade de movimento, isto é, essa lei expressa a variação da quantidade de movimento quando o intervalo de tempo é infinitamente pequeno.

Essa Matemática de Newton pode ser entendida como um determinismo da natureza. Basta saber as condições iniciais de um sistema e podemos calcular os movimentos anteriores e posteriores do mesmo. Paradoxalmente, a lei intencionalmente formulada para comprovar a ação de Deus no mundo a cada instante, leva os seus estudiosos ao mecanicismo, segundo Koyré.

Assim, o Deus possante e enérgico de Newton, que efetivamente “governava” o universo de acordo com Sua livre vontade e Sua decisão, tornou-se, em rápida sucessão, uma força conservadora, uma *intelligentia supramundana*, um “*Dieu fainéant*” (KOYRÉ, 1957, p.243).

O conceito newtoniano de força esteve vinculado com os seus estudos da gravitação. Torna-se justificado a discussão desse tema na presente monografia. Newton adentrou seus conceitos de força na introdução dos *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

“O que está em baixo é como o que no alto”. Como se Hermes Trismegisto profetizara na pedra de esmeralda, Newton reconheceu a atração astronômica com a gravitação terrestre. Newton percebeu que a gravidade se estendia até a Lua, o que produzia uma aceleração centrípeta na mesma mantendo sua órbita. Não era diferente com os planetas e o Sol. Newton propôs uma atração universal. Além disso,

percebeu que o peso de um objeto terrestre era função de sua distância do centro da Terra e que a aceleração dos corpos em queda era função de sua posição no espaço. Ao presumir que alguma propriedade característica do corpo devia ser invariante em relação à sua posição, ele foi levado a distinguir peso e massa, à qual chamou de quantidade de matéria (JAMMER, 2011, P.157).

Um dos conceitos básicos de Newton chamou-se quantidade de matéria, com essa definição, descrever quantidade de movimento tornou-se mais simples, bem como a força, que é a mudança de momento.

Na definição III dos *Principia*, Newton descreve o conceito de força inata (*vis insita*), é a primeira vez que aparece o termo “força” na obra. Nessa definição está a essência da sua Primeira Lei, já pressuposta por Galileu. A força não é concebida como a causa do movimento ou da aceleração.

A *vis insita*, ou força inata à matéria, é um poder de resistir mediante o qual todo e qualquer corpo, haja o que houver nele, permanece em seu estado atual, seja este de repouso ou de movimento uniforme em linha reta (JAMMER, 2011, p. 158).

Segundo Jammer, este conceito está próximo ao de Descartes: “Primeira lei da natureza: que cada coisa, estando em si, persiste sempre no mesmo sentido”. Porém, Newton afirmava que a inércia é proporcional à quantidade de matéria, enquanto, Descartes, a extensão espacial.

Na definição IV, está exposto o conceito de força imprimida (*vis impressa*), oposto ao de força inata.

A *vis impressa* é uma ação exercida sobre um corpo para modificar seu estado, seja de repouso, seja de movimento uniforme em linha reta. (JAMMER, 2011, p. 159)

Newton admitia a inércia como uma força interna comum a toda matéria, diferente da força imprimida que era aquela capaz de causar ou mudar o movimento. Ela era a causa, o movimento o efeito. Segundo ele, toda mudança tem sua causa.

Outro conceito, encontrada na definição V, diz respeito à força centrípeta.

Força centrípeta é aquela pela qual os corpos são atraídos ou impulsionados, ou tendem de um modo qualquer, para um ponto ou para um centro (JAMMER, 2011, p. 160).

Esse tipo de força é de grande importância para Newton. É com essa definição que ele explica a gravidade. Após essas definições, Newton exprimiu as três quantidades da força centrípeta: a absoluta, a aceleradora e a motriz. Essas quantidades foram chamadas, de modo a simplificar, de força absoluta, aceleradora e motriz. O conceito newtoniano de força aceleradora diz respeito à quantidade de aceleração de um corpo. A força motriz está relacionada à velocidade, proporção entre o movimento e certo espaço de tempo. E, por último, a força absoluta é, analogicamente, uma carga elétrica localizada em um meio circundante, está relacionada à eficácia da força.

2.3 Gravitação

Em 1665, Newton começou a se interessar pela gravidade, e já em 1666, tinha suas ideias principais para a solução do problema. Como filósofo mecanicista, as primeiras considerações de Newton sobre a gravidade referem-se a uma explicação mecânica, o meio etéreo era a causa. Newton acreditou fortemente nessa hipótese, por um longo período.

Em carta a Boyle, em 1678, Newton escreve:

Exporei mais uma conjectura [...] referente à causa da gravitação. Com esse fim em mente, suporei que o éter consiste em partes que diferem entre si, em sutileza, em graus indefinidos: que nos poros dos corpos há menor quantidade do éter mais espesso, em proporção ao mais fino, do que nos espaços abertos; e que, por conseguinte, no grande corpo da Terra há muito menos do éter mais espesso, em proporção ao mais fino, do que nas regiões aéreas; e que [...] das alturas da ar à superfície da Terra, bem como da superfície da Terra ao centro desta, o éter é cada vez mais fino, de forma imperceptível. Imagine, pois, um corpo suspenso no ar ou depositado na Terra. Sendo o éter, segundo essa hipótese, mais espesso nos poros que se encontram nas partes superiores do corpo que nos situados nas partes inferiores, esse éter mais espesso, por ser menos apto a se alojar nesses poros do que o éter mais fino abaixo, fará um esforço para sair e dará lugar ao éter mais fino da região inferior, o que não será possível sem que os corpos desçam para abrir espaço acima, no qual ele possa penetrar (JAMMER, P. 172-173).

Porém, ao final da década de 1670, o pensamento que sobreveio a Newton, questionou suas hipóteses: “Se o éter empurra os corpos para baixo, quem empurra as partículas do éter?”.

Os estudos newtonianos sobre a alquimia advinham de antes mesmo da sua preocupação com a gravitação. A tradição alquímica podia sugerir interação a distancia, um espaço transmitindo ação entre os corpos, o que se mostrou uma explicação para gravidade. Newton então desenvolveu a Teoria da Gravitação Universal baseada nesses princípios.

As concepções religiosas de Newton lhes proporcionaram a asserção de que a causa da gravidade é justamente a atuação divina no mundo a todo instante.

É interessante ressaltar que, apesar de ter formulado a Gravitação pelos fundamentos da alquimia, Newton nunca aceitou que a interação entre os corpos pudesse ter acontecido a distancia. Somente os newtonianos do século XVIII, aceitaram e disseminaram a ideia. Como Newton mesmo declarou:

[...] Que a gravidade possa ser inata, inerente e essencial à matéria, de modo que um corpo possa atuar sobre um outro à distância no vácuo sem a mediação de qualquer outras coisa pela qual sua ação e força possa ser transportada de um pra outro, é para mim um absurdo tão grande que eu acredito que nenhuma pessoa que tenha uma faculdade competente de pensamento em assuntos filosóficos possa jamais cair nele. A gravidade deve ser causada por um agente que atua constantemente de acordo com certas leis, mas se esse agente é material ou imaterial, eu deixei à consideração de meus leitores (Carta de Newton a Bentley, 25 de fevereiro de 1693, reproduzida em Newton 1959-1977, vol. 3, p. 253-4, In: MARTINS, 2006, p. 173).

Considerações finais

O estudo e a pesquisa motivados pela realização dessa monografia nos proporcionaram a recuperação do aspecto humano da construção do conhecimento científico. O episódio histórico escolhido para aprofundamento mostrou-se extremamente adequado para discutirmos a natureza da Ciência, trazendo-nos a satisfação de corresponder à nossa expectativa inicial. Em especial, a perspectiva da obra newtoniana que abordamos no presente trabalho nos permitiu refletir sobre o método empírico universal em que a produção científica tem se estabelecido. É no ensino de Física que queremos focar as considerações advindas do nosso estudo.

Não é raro encontrarmos visões deturpadas da natureza da Ciência sendo difundidas nas salas de aula. Identificamos uma possível causa desse transtorno. Um professor com convicções epistemológicas equivocadas perpassa em sua prática docente alguns dogmas vinculados à natureza da Ciência. Em geral, as aulas de Física, particularmente, estão vinculadas a equações matemáticas ou verdades absolutas descobertas por grandes gênios que, como por um relampejo, desvendaram algum mistério escondido no mundo. Essa concepção permanece e vem sendo corroborada no pensamento dos estudantes justamente pela forma de como as aulas estão sendo ministradas.

A Física está envolvida com conexões das mais diversas áreas de conhecimento, ela sofre influências dos mais diversos fatores, daqueles considerados científicos ou daqueles não reputados como ortodoxos, tais como a Filosofia e as crenças religiosas. Isto não parece estar de acordo com a ideia positivista baseada na experiência e observação divulgadas no ensino, nem tampouco da Ciência como produção puramente racional.

Além do mais, a estrutura administrativa escolar concede aos seus indivíduos disciplinas rigidamente segmentadas. Um professor de História discorre sobre a Revolução Industrial e, um professor de Física, sobre Energia, e o aluno é levado a guardar o conteúdo em duas “caixinhas” separadas em sua mente. Esse é um exemplo dos equívocos que a abordagem descontextualizada da Ciência provoca nos estudantes.

Diante de todos esses fatores supracitados, acreditamos que seja possível escassear essa distorção conceitual sobre a construção científica através da utilização adequada da História e Filosofia da Ciência nas aulas de Física. Para corroborar essa ideia propulsora, incitamos os propósitos teológicos da obra de Newton como tema extremamente ajustado para alcançar o nosso objetivo.

Newton é estudado no Ensino Médio como exemplo de racionalidade. Essa relação estabelecida é uma provável reprodução do que os sucessores de Newton instauraram no âmbito do conhecimento científico. Os propósitos iniciais de Newton, dentre eles, provar a ação de Deus no mundo, foram encobertos:

O estabelecimento da ciência nos séculos seguintes favoreceu aos newtonianos propagarem brilhantemente sua obra, exaltar seus méritos e estabelecer sua ciência, mas não sem antes banir seus propósitos teológicos de sua Filosofia natural (FORATO;PIETROCOLA;MARTINS, 2007, p. 8-9).

É através de uma revisão histórica que essa ideia pode ser problematizada, uma vez que a religiosidade de Newton exala em suas obras. O trabalho científico desse grande estudioso não seria como é caso não fosse baseado nas mais diversas leituras extra-científicas que ele realizou. É preciso compreender os objetivos que incitaram Newton em seu intenso afincamento que acabaram por estabelecê-lo definitivamente no campo da Ciência.

Newton estabeleceu a Teoria da Gravitação Universal baseando-se na tradição alquímica, mostrando uma forma de explicar a ação não-mecânica de Deus no Universo. E, em oposição a isso, é caracterizado como fundador da Ciência moderna, trazendo um método infalível de se fazer Ciência, baseado na observação e experimentação.

Essas são claras distorções que a Ciência escolar promove nos estudantes ao levar o ensino do conhecimento científico de forma extremamente conteudista. O papel do professor de Física está longe de ser um propagador de informações, talvez ao invés de proporcionar respostas às perguntas, suas aulas devam incitá-las.

É preciso levar às aulas de mecânica, a contextualização da realização da obra de Newton, discutir seus verdadeiros objetivos e promover uma reflexão sobre quais são suas bases. São assuntos excepcionalmente interessantes para dar vida ao ensino de Física que permitem as mais diversas abordagens e a utilização dos

mais diversos recursos didáticos nas salas de aulas, tais como vídeos, debates, leituras de textos apropriados, trabalhos em grupo e tudo o que mais a criatividade docente permitir.

É importante ressaltar que esses temas devem partir como cerne das aulas. Não há contextualização histórica se somente algumas datas ou feitos forem destacados, como ocorre em muitos livros didáticos, o que pode levar os alunos apenas à simples memorização. Acreditamos que o essencial é levar a reflexão para a sala de aula, problematizar as influências do ambiente cultural sobre os pensadores de qualquer época. Apresentar a Ciência incerta aos alunos, cheias de controvérsias e problemas polêmicos. No mínimo, irá despir a Física da monotonia das longas listas de exercícios que a caracterizam como uma Ciência exata, estabelecendo uma contradição histórica.

Anexo:

A letra dessa música é uma adaptação muito próxima daquilo que se encontra no tratado Corpus Hermeticum, escrito supostamente pelo próprio Hermes Trismegisto, e que pode ser encontrado no endereço:

http://www.luzdegaia.org/downloads/livros/diversos/Corpus_Hermeticum_Hermes_Trismegisto.pdf

Hermes Trismegisto e sua celeste Tábua de Esmeralda

(Jorge Ben)

Hermes Trismegisto e sua celeste tábua de esmeralda

Hermes Trismegisto escreveu
com uma ponta de diamante em uma lâmina de esmeralda

O que está embaixo é como o que está no alto,
e o que está no alto é como o que está embaixo.

E por essas coisas fazem-se os milagres de uma coisa só.
E como todas essas coisas são e provêm de um
pela mediação do um,
assim todas as coisas são nascidas desta única coisa por adaptação.

O sol é seu pai, a lua é a mãe.
O vento o trouxe em seu ventre.
A terra é seu nutriz e receptáculo.

O Pai de tudo, o Thelemeu do mundo universal está aqui.
O Pai de tudo, o Thelemeu do mundo universal está aqui.

Sua força ou potência está inteira,
se ela é convertida em terra.

Tu separarás a terra do fogo e o sutil do espesso,
docemente, com grande desvelo.

Pois Ele ascende da terra e descende do céu
e recebe a força das coisas superiores
e das coisas inferiores.

Tu terás por esse meio a glória do mundo,
e toda obscuridade fugirá de ti.
e toda obscuridade fugirá de ti.

É a força de toda força,
pois ela vencerá qualquer coisa sutil
e penetrará qualquer coisa sólida.
Assim, o mundo foi criado.
Disso sairão admiráveis adaptações,
das quais aqui o meio é dado.

Por isso fui chamado Hermes Trismegistro,
Por isso fui chamado Hermes Trismegistro,

tendo as três partes da filosofia universal.
tendo as três partes da filosofia universal.

O que disse da Obra Solar está completo.
O que disse da Obra Solar está completo.

Hermes Trismegisto escreveu com uma ponta de diamante em uma lâmina de
esmeralda.

Hermes Trismegisto escreveu com uma ponta de diamante em uma lâmina de
esmeralda.

Referências Bibliográficas

ALVES FILHO, José de Pinho. Atividades experimentais: do método à prática construtivista. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

BARBATTI, Mario. A Filosofia Natural à Época de Newton. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 21, n. 1, p. 153-161, mar. 1999. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_153.pdf. Acesso em: 05/05/2014

BARBATTI, Mario. Conceitos Físicos e Metafísicos no Jovem Newton: Uma Leitura do *De Gravitatione*. Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, n. 17, p. 59-70, jan-jun 1997.

BARRETO, Márcio. Newton e a Metafísica: uma proposta de ensino de Física para o segundo grau a partir do resgate das origens do conceito de força à distância. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 1995.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Construção do conhecimento e ensino de ciências. Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55, jul./set. 1992.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto Andrade. História Da Ciência E Religião: Uma Proposta Para Discutir A Natureza Da Ciência. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luiz – MA.

JAMMER, Max. Conceitos de força: estudo sobre os fundamentos da dinâmica. Rio de Janeiro: Contraponto/ Ed. PUC-Rio, 2011.

KOYRÉ, Alexandre. Do Mundo Fechado ao Universo Infinito. Lisboa: Gradiva, 1961. 1º edição, 1957.

LIMA, Lauro de Oliveira. Piaget para principiantes. São Paulo: Summus, 1980.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: História, lendas e tolices. Pp. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (org.). Estudos de História e

Filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a História das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (org.). *Estudos de História e Filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

RODRIGUES, Idely Garcia. Aspectos Epistemológicos da Mecânica de Newton: Novas Formas de Compreensão dos Conceitos. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1988.

WESTFALL, Richard. A Vida de Isaac Newton. Tradução Vera Ribeiro – Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.