

As percepções de pós-graduandos de um mestrado na área de Ensino acerca da Ciência na História

Suelen Aparecida Felicetti

Ana Lúcia Crisostimo

Sandro Aparecido dos Santos

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa realizada junto a pós-graduandos de um programa de mestrado profissional na área de Ensino de Ciências Naturais e Matemática de uma instituição pública do Estado de Paraná. O objetivo foi analisar como os pós-graduandos relacionavam cada período histórico da humanidade à evolução da ciência, desde sua gênese até a modernidade. Como metodologia foi proposta a realização de uma sistematização a respeito da ciência na história, embasada nos conhecimentos assimilados durante uma disciplina de História da Ciência, que foi componente curricular do referido mestrado. Percebeu-se principalmente que os pós-graduandos sistematizaram suas ideias em concordância com os acontecimentos principais característicos de cada período histórico, o que mostra que assimilaram conhecimentos durante a disciplina cursada. A importância dessas percepções se refere a disseminação da ciência como uma construção humana de evolução constante, portanto, passível de refutações e acréscimos.

Palavras-chave: História da ciência; Avaliação; Formação de professores; Pós-graduação.

Abstract

This article presents the results of a research implemented with postgraduates students of a professional master's course in the area of Natural Sciences and Mathematics Teaching, in a public institution of the Paraná state. The objective of the research, was to analyze how the post-graduates students related each historical period of humanity with the evolution of science, from its genesis until the modernity. The methodology used was a textual systematization made by the postgraduates, about the science in history, based on the knowledges assimilated during a course of history of science, which was a curricular component of the mentioned master's course. It was mainly noticed, that the postgraduates students systematized their ideas in agreement with the main scientifically events accepted as characteristics of each historical period, which shows that they assimilated the knowledges during the discipline studied. The importance of these perceptions refers to the dissemination of science as a human construction, in constant evolution, therefore, subject to refutations and additions.

Keywords: History of science; Evaluation; Teacher training; Postgraduate.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da ciência influenciou as sociedades e as civilizações durante todo o percurso histórico que se tem registro atualmente. O pensamento científico tem orientado a tomada de decisões em todos os setores da sociedade, de maneira dinâmica e articulada com novas mudanças. A

ação de fazer ciência é uma constante construção de verdades, as quais são cumulativas e de bases históricas, reveladas temporariamente a serviço dos homens, com o intuito de resolver problemas e propor hipóteses que melhorem a qualidade de vida das pessoas.

O movimento cronológico que está por detrás dos processos científicos incumbe os estudiosos de investigar o passado para compreensão do presente e predições do futuro. Nesta linha de pensamento, não é possível encarar a ciência como uma série de verdades absolutas que sempre existiram, porque ela é, por natureza, mutável. A compreensão do contexto histórico, com todos os seus conflitos e interesses, suas experiências de “verdades” provisórias e refutações, é de fundamental importância. No estudo da história da ciência “[...] deve-se evitar que se adote uma visão ingênua (arrogante) da ciência como sendo a “verdade” ou aquilo “que foi provado”, alguma coisa de eterno e imutável, construída por gênios que nunca cometem erros”¹.

Assim, os estudiosos que se dedicam a este trabalho precisam conhecer os riscos da negligência histórica e a necessidade de garantir a utilização inteligente da ciência ao mesmo tempo em que consideram a sua evolução. Acrescenta-se que “[...] a necessidade de formar cidadãos para compreender e interagir com as profundas transformações socioculturais que vivenciamos”². Entre as transformações ocorridas na ciência, destacam-se aquelas da pré-histórica, idade antiga, média, moderna e contemporânea.

O conhecimento destes aspectos é representativo na formação de professores, seja em nível inicial ou em serviço, tendo em vista que estes profissionais lidam especificamente com o conhecimento científico e com o desenvolvimento da ciência. Argumenta-se a importância de trabalhar a História da Ciência junto a educadores que atuam na educação básica por entender que: “[...] haverá uma maior compreensão dos conteúdos das diversas disciplinas constituintes dos currículos escolares; [...] o que poderá lançar luz sobre o significado dos conhecimentos escolares e, dessa forma, aproximar a escola do mundo vivido”³.

Diante disso, questiona-se qual a percepção de um grupo de professores pós-graduandos de um mestrado profissional na área de Ensino de Ciência e Matemática a respeito da História da Ciência e suas correlações com o desenvolvimento da ciência ao longo do tempo? Para responder a esta problemática o objetivo foi analisar como os pós-graduandos relacionavam cada período histórico da humanidade à evolução da ciência, desde sua gênese até a modernidade.

¹ Lilian A. P. Martins, “A História da Ciência e o Ensino de Biologia,” *Jornal semestral da gepce – Grupo de Estudos e Pesquisa em Ciências e Ensino – FE Unicamp* 1, nº 5 (1998): 1

² T. C. M. Forato, R. A. Martins, & M. Pietrocola, “Enfrentando Obstáculos na Transposição Didática da História da Ciência para a Sala de Aula,” in *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*, org. Luiz O. Q. Peduzzi, André F. P. Martins, & Juliana M. H. Ferreira (Natal: EDUFERN, 2012), 123.

³ Alexandre M. P. Ferreira & Maria Elisa M. P. Ferreira, “A História da Ciência na Formação de Professores,” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces* 2 (2010): 3.

A professora da disciplina História da Ciência, ofertada como componente curricular do mestrado na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), mediu com os estudantes deste curso uma abordagem crítica da ciência na história, por meio de discussões, estudos de textos e pesquisas exploratórias. Com base nestas ações eles elaboraram uma sistematização dos conhecimentos assimilados em um documento síntese, o qual foi o objeto de análise desta pesquisa.

A representatividade das colocações está no fato de que a compreensão de aspectos históricos da ciência facilita a mediação de situações de ensino e aprendizagem aos professores, colocando a área em bases sólidas de desenvolvimento e facilitando a compreensão conceitual⁴.

Para melhor localizar o leitor, inicialmente os principais acontecimentos da pré-história e das idades antiga, média, moderna e contemporânea, foram elucidados. Em seguida, as sistematizações do conhecimento presentes no documento escrito elaborado foram discutidas em unidades de análise⁵ com base em autores da história da ciência, como Bernal⁶ e Rosa⁷, que abordam a ciência como uma construção humana.

Gênese da ciência na pré-história

A pré-história começou a ser conhecida e estudada somente na segunda metade do século XIX. Este período não foi tão representativo para a História da Ciência, acontecendo apenas uma abordagem introdutória do assunto. A ciência propriamente dita foi uma “invenção” do período histórico que se seguiu⁸.

Contudo, esta época foi imprescindível no desenvolvimento da técnica. Em diversas regiões do planeta houve evolução na elaboração, fabricação e utilização de objetos, como machados, lanças, roupas e utensílios de vida diária. A cada geração os indivíduos herdavam os conhecimentos anteriores destes artefatos (os conhecimentos eram transmitidos por meio do diálogo e estavam representados nos próprios objetos deixados) por isso, diz-se que o desenvolvimento da técnica foi coletivo e cumulativo⁹.

A evolução dos homens pré-históricos do ponto de vista social, cultural e espiritual pode ser apresentada nos períodos arqueológicos denominados paleolítico (pedra lascada), neolítico (pedra polida) e eneolítico (idade dos metais), sistematizados resumidamente a seguir.

⁴ Michael Matthews, “História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 12, nº 3 (1995): 164-214.

⁵ Roque Moraes, “Uma Tempestade de Luz: A Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva,” *Ciência & Educação* 9, nº 2 (2003): 191-211.

⁶ John D. Bernal, *Ciência na História*, (Lisboa: Livros Horizonte, 1969), 1:1-250.

⁷ Carlos A. P. Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 3 vols. (Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2010), 25-490.

⁸ Ibid.

⁹ Ibid., 40-400.

Período paleolítico

Conforme o modo de subsistência e as necessidades, cada grupo tribal dispunha de utensílios e ferramentas específicas. Iniciou-se a manufatura de ferramentas de pedra lascada, seguido de uma posterior evolução dessas técnicas para instrumentos cada vez mais aprimorados. A partir daí teve-se maior eficiência na caça, na preparação dos ossos e das peles de animais utilizados como utensílios e nas técnicas de preparação de alimentos, ações estas que foram ainda mais aperfeiçoadas com o manuseio do fogo¹⁰.

Além disso, as bases sociais da vida primitiva foram marcadas profundamente pelo desenvolvimento da linguagem. Com ela veio a manipulação de uma espécie de simbolismo verbal, que, juntamente com a imaginação visual, constituiu o pensamento humano. A partir de então, foi possível a existência de grupos sociais bem mais definidos, com costumes e crenças diferenciados quanto à maneira como os povos obtinham alimentos, à divisão social entre os sexos, à mudança geográfica em busca de melhores condições de subsistência e às crenças em magias. Garantia-se a sobrevivência a partir destas atitudes, porque as tradições culturais auxiliavam em batalhas contra infortúnios da vida diária, como a falta de alimentos ou o aparecimento de doenças.

Além do domínio da técnica e da linguagem, que marcaram a ciência dessa época outras bases científicas foram desenvolvidas. As bases da mecânica e da física, estavam no aperfeiçoar e utilizar os utensílios e as ferramentas, as da química, no uso do fogo e as da Biologia no conhecimento prático e transferível a respeito dos animais e das plantas¹¹. O método para a obtenção dos conhecimentos era prioritariamente observacional. Ressalta-se que, mesmo que os conhecimentos construídos fossem a base da química, física, mecânica e Biologia, estas ainda não eram assim denominadas, tampouco fragmentadas.

No final do período paleolítico os indivíduos já tinham conseguido dominar parcialmente a natureza por meio de instrumentos e materiais, embora sofressem ainda com os fatores ambientais que muitas vezes limitavam o seu potencial de ação¹².

Evolução no período neolítico

As comunidades do período neolítico se desenvolveram em ritmos distintos nas diversas regiões do planeta e, por isso, dificultou-se a fixação de datas e as especificações desse assunto. Considera-se que o período iniciou há 12 mil anos na região da Mesopotâmia, 9 mil anos, no sul da Europa e na

¹⁰ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

¹¹ *Ibid.*, 1:30-100.

¹² Bernal, *Ciência na História*, 1:30-250.

Anatólia, 7 mil anos, no vale do Indo, 6 mil anos, na China e há cerca de 8 mil anos, na América Central e no México¹³.

Não existe registo escrito desse período, tendo em vista o caráter prioritariamente oral, então as proposições foram baseadas em descobertas de utensílios, restos mortais, adornos, ruínas de construções e vestimentas, que evidenciaram o tipo de cultura e a tradição dessas populações¹⁴. Essas descobertas – utensílios de cerâmica para cozinhar e armazenar alimentos, casas de madeira, barro, pedra, folhagens, para servir de abrigo, etc. – herdadas do período paleolítico ou desenvolvidas especificamente nesse período para suprir algum tipo de necessidade, representaram os conhecimentos dos povos, a atuação deles sobre a natureza para transformação de acordo com a vontade¹⁵.

As descobertas anteriormente citadas contribuíram para o desenvolvimento da agricultura¹⁶ como principal acontecimento do período neolítico, tornando mais vastas as áreas do ambiente utilizáveis ou controláveis bem como o suprimento da alimentação da época¹⁷. A importância do trabalho com a terra, do cultivo de alimentos (milho, mandioca, batata, etc.) foi essencial para suprir as condições básicas de subsistência das pessoas, assim evitando a fome pelo estoque de alimentos em estações do ano mais difíceis de encontrá-lo¹⁸.

Os povos passaram então a viver em pequenas granjas e vilas agrícolas; a sociedade mudou de predadora, nômade e formada por agrupamentos, para produtora, sedentária e de dimensões multifamiliares. A agricultura “[...] levou a um tipo de relações entre o homem e a natureza essencialmente novo: o homem deixou de viver parasitariamente dos animais e das plantas desde que começou a cultivar [...]”¹⁹.

Aos poucos foram surgindo as cidades, localizadas geralmente ao redor de um templo, onde acreditava-se que um Deus dominava o povo. Com isso, a organização social sofreu profundas transformações; “[...] os indivíduos começaram a reivindicar a posse dos bens que haviam produzido e, assim, teve origem a propriedade privada, com a sua consequência inevitável – as desigualdades de riqueza”²⁰.

As exigências comunitárias das cidades forçaram o estabelecimento de uma nova organização e divisão para o trabalho; surgiram as classes dos proprietários, empregados, mercadores, escravos e administradores dos bens públicos. Também, devido ao excedente de produção, foi necessário criar

¹³ Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 25-490.

¹⁴ *Ibid*, 40.

¹⁵ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

¹⁶ Acredita-se que a agricultura tenha sido uma invenção feminina, porque a colheita de cereais era trabalho das mulheres (Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*).

¹⁷ Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 25-490.

¹⁸ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

¹⁹ *Ibid.*, 94.

²⁰ *Ibid.*, 96.

métodos de registros de quantidades, medidas de peso e contagem, símbolos para designar palavras e ações, bem como precisou-se implementar leis e indivíduos para fazê-las serem respeitadas²¹.

Mesmo diante do progresso eminente, ainda existiam limites para a sociedade neolítica. A própria agricultura e a vida cotidiana foram prejudicadas pela impossibilidade de compreender os fenômenos naturais constatados em observações, como os movimentos dos corpos celestes, as variações climáticas e os dias e as noites. As explicações para o desconhecido foram dadas de forma intuitiva e sobrenatural (magia e divindades), o que fez com que surgisse o feiticeiro, o mago e o curandeiro²².

Idade dos metais

O último período da pré-história foi chamado de idade dos metais ou eneolítico e correspondeu a transição para o chamado período Histórico²³ (o período Histórico iniciou-se por volta de 4 mil anos a.C.). Tratou-se de uma época em que as atividades agrícolas e de artesanato, iniciadas anteriormente, se expandiram e se diversificaram para atender uma maior demanda da população crescente²⁴.

Além delas, surgiu a mineração do metal, que contribuiu para a proliferação de centros urbanos em pontos estratégicos; "[...] tão importante quanto foram, em épocas anteriores, a argila, o osso, a madeira e a pedra, o novo material, de múltipla utilização, teria um papel decisivo no plano econômico e social da sociedade do período, a ponto de caracterizá-la"²⁵.

Acredita-se que o cobre tenha sido descoberto há cerca de 8 mil anos, na região sudoeste da Europa, seguido do ouro e da prata nessa mesma região. Foi descoberto o bronze, primeiramente na Mesopotâmia, 6 mil anos atrás, depois na Grécia e na China há 5 mil anos, cuja extração fez surgir a metalurgia. O ferro por sua vez, foi descoberto apenas há cerca de 3,3 mil anos, também na Mesopotâmia. Esses metais foram utilizados para fabricação de adornos para o corpo, utensílios da vida diária, artefatos de guerra; possibilitou-se implementar melhorias na roda, nos navios e demais meios de transporte da época, e auxiliar a compreensão científica em um campo de exploração dos metais cada vez mais vasto²⁶.

O desenvolvimento técnico utilizando esses metais favoreceu-se da divisão do trabalho ao mesmo tempo em que a linguagem falada oportunizou uma melhor convivência social. A partir daí a noção de propriedade privada passou a fazer parte do contexto referente aos meios de produção e do campo de maneira mais consolidada, fortificando as divisões sociais da classe rica e dominante e da classe pobre e subordinada²⁷.

²¹ Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 25-490.

²² *Ibid.*, 25-400

²³ Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 25-490.

²⁴ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

²⁵ *Ibid.*, 46.

²⁶ *Ibid.*, 25-400.

²⁷ *Ibid.*

Outros intentos já dessa época, ainda pouco evoluídos, foram na área da matemática, aritmética, geometria, astronomia, contagem do tempo, astrologia, medicina e química primitiva. Ocorreu a proposição dos números racionais e irracionais, a ideia de átomo, a arte e a dialética. A escrita também começou a ser proposta neste período, representando uma evolução desde que surgiu na Mesopotâmia, cerca de 3,5 mil anos antes da era Cristã, por conta da necessidade de registro dos acontecimentos e de interesses comerciais²⁸; ela foi um “[...] instrumento fundamental na preservação e divulgação da cultura e um marco no desenvolvimento da humanidade, e serviu, inclusive, como fecho do período pré-histórico o momento inicial da história”²⁹.

Nessa época ainda não existia a possibilidade de transformar o conhecimento empírico em conhecimento científico propriamente dito, o que era compreensível porque, apesar de todos os avanços desse período, a ciência ainda não tinha surgido; existia o empirismo, a técnica, sem qualquer abstração dos princípios subjacentes³⁰, ou seja, dos princípios teóricos que regiam a técnica e da possível articulação e complementação entre eles.

Ciência na Idade Antiga

A idade antiga³¹ foi o período que se estendeu desde a invenção da escrita, há mais ou menos 5,5 mil anos, até a queda do império romano do ocidente, em 476 depois de Cristo. O primeiro sistema de escrita foi inventado na suméria, na região sul da Mesopotâmia; para utilizá-lo era preciso talhar os signos e ideogramas com um bambu na forma de cunha sobre tábuas de argila úmida. Nessa mesma época os egípcios inventaram os hieróglifos, escritos em papiros com sinais gráficos mais simples. Os chineses e os hindus por sua vez, criaram um sistema de escrita em ideogramas, como os sumérios. A escrita alfabética surgiu com os fenícios e foi aperfeiçoada pelos gregos, apenas no segundo milênio.

Além da invenção da escrita, este período foi fortemente marcado pelo surgimento das primeiras civilizações – gregos, sumérios, egípcios, chineses e hindus – as quais diferiam das anteriores por fundamentarem-se em instituições políticas, hierarquias sociais e em um sistema de convenção social que se aplicava largamente a população. Outros povos da antiguidade foram os hititas, persas e hebreus, que ofereceram algumas contribuições como a proposição do monoteísmo e a criação e administração de impérios. Isso aconteceu concomitante em várias localidades territoriais e foi marcado pelo contato entre civilizações, bem como pela incorporação de duas ou mais culturas na formação delas.

Dentre todos esses povos, diz-se que a ciência foi uma criação grega, pois eles foram os primeiros que demonstraram a necessária capacidade de abstração e de racionalidade, que desenvolveu

²⁸ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

²⁹ Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 47.

³⁰ *Ibid.*, 25-400.

³¹ *Ibid.*, 25-490.

o espírito inquisitivo, crítico e analítico, necessário para esta invenção. Foi estabelecida a ciência como um conceito universal e geral, que não era apenas um mero conjunto de regras empíricas, e foi desenvolvida uma estrita metodologia lógica, especialmente dedutiva.

Tal evolução não significou libertação da população grega das tradições mitológicas da época, porque nem todos acessavam aos conhecimentos que eram construídos; se assim fosse cada povo teria uma evolução própria, influenciado por condicionantes sociais, culturais e físicos. Porém, já se representou um avanço, porque esse povo audacioso, competitivo, dinâmico e ambicioso, desenvolveu a noção de que eram os homens quem deveriam se organizar em um governo e entender a natureza.

O novo espírito, que foi o divisor entre a civilização grega e as demais civilizações desse período histórico, trilhou caminhos distintos para conhecer um pouco mais as inquietações dos homens para com a natureza e seus fenômenos. Essa busca envolveu a matemática, as ciências naturais e as ciências físicas, incluindo a astronomia e a meteorologia, ao mesmo tempo que se inter-relacionou com os campos filosóficos. O desenvolvimento da matemática e da astronomia levou ao nascimento da física nos ramos da mecânica, óptica e acústica, seguido do eletromagnetismo e da termodinâmica. Desenvolveu-se também, a aritmética, a álgebra, a geometria, a trigonometria, a geografia, a biologia, a biomedicina, a anatomia, a fisiologia, a zoologia, a botânica.

As outras civilizações foram capazes de inovar em outros setores, por meio da técnica, o que lhes permitiu estabelecer as condições para o grande desenvolvimento de suas sociedades. Contudo, tratou-se de um caráter meramente prático na contagem e medição, tratamento de doenças, observação dos corpos celestes, religiosidade e agricultura; além disso, as credices e superstições ainda dominavam o pensamento destas outras civilizações. Por exemplo, embora os sumérios tenham contribuído com a invenção da escrita, eles acreditavam que todos os elementos da civilização eram objetos de uma revelação dos deuses e que, portanto, não podiam fazer nada melhor. Destes povos, apenas os indivíduos pertencentes à casta sacerdotal podiam fazer observações e especulações, embora não transmitissem os saberes acumulados para a população, para não perder ascendência política, religiosa, cultural e econômica.

Ciência na Idade Média

A idade média foi o período entre a queda do império romano e de outras partes do mundo antigo como Grã-Bretanha, França, Espanha e Itália, até a tomada de Constantinopla pelos turcos otomanos. Essa queda foi marcada pela substituição de um sistema escravista por um feudalismo de amplas bases, que causou o desaparecimento de operações de grande escala como as comunicações, o

comércio internacional e as obras hidráulicas³².

O feudalismo que se instaurou estava fortemente fundamentado na unidade do latifúndio, da vila, dos servos que detinham o controle a terra, mas eram obrigados a pagar tributos aos seus senhores sob a forma de renda, prestação de serviços ou impostos. Essas condições feudais reduziam os incentivos para uma ciência útil, os quais só viriam a aumentar posteriormente, depois do comércio e da navegação terem criado novas necessidades.

Além disso, na Idade Média a ciência se encontrava fortemente influenciada pela igreja católica, que impunha sua doutrina como incontestável. Acreditava-se que a terra era o centro do universo (conhecimento já construído e consolidado no período anterior a este e reforçado neste período) e se reprimia qualquer ideia que representasse novos caminhos para a ciência. Por isso diz-se que nessa época a igreja foi o maior obstáculo para o progresso do conhecimento científico. O advento das religiões não se limitou apenas a igreja católica; tratou-se de um fenômeno mundial de ascensão do budismo, zoroastrianismo, hinduísmo, entre outras, as quais supriam a necessidade agora evidente, de um sistema de crenças fixos. Por isso, este período ficou conhecido como idade da fé e idade das trevas.

Dentre todas as religiões o cristianismo e a Igreja Católica foram os que mais se difundiram, por conta de apresentarem atrativos que agradavam as classes populares e porque conservavam crenças e costumes herdados das gerações passadas. A Igreja era fortemente centralizadora e rígida em seus princípios e formulava estruturas hierárquicas – clero, nobreza e servos que representavam a detenção do poder.

Com o passar do tempo, a igreja foi percebendo que suas explicações não davam conta das necessidades e conhecimentos evidentes na sociedade e, por isso, foi obrigada a fazer concessões no sentido de permitir alguns estudos científicos. Porém, mesmo com essas concessões, quem se interessasse pelos segredos da natureza e decidisse investigar por meio de experiências, deveria tomar cuidado para não se aliar com mágicos, feiticeiros e alquimistas, dedicados a descobrir os segredos que Deus criou; os homens deveriam estudar o trabalho de Deus por meio da ciência para aumentar sua consciência em relação ao onipotência e sabedoria divina.

Devido a tais limitações, os estudantes de medicina por exemplo, precisavam passar um tempo estudando no Mediterrâneo, onde havia uma atmosfera propícia para o pensamento livre e esclarecido, desenvolvido por médicos árabes e judeus. Nesses locais a prática da medicina permitia o estudo da anatomia, o que em outros lugares era considerado impróprio.

A ciência islâmica da época pode se debruçar sobre os conhecimentos gregos com maior imparcialidade e racionalidade, embora ainda fosse desenvolvida a sombra do misticismo herdado. Houve apoio da ciência pelos reis, ricos mercadores e nobres, o que foi uma fonte de força em primeiro momento

³² Bernal, *Ciência na História*, 2:250-495. Todo o texto foi escrito com base neste autor.

(o ponto negativo é que aos poucos a ciência também se afastou dos interesses das classes populares). Entre os árabes percebeu-se o desenvolvimento da astronomia, geografia, medicina, matemática, óptica, bem como o início de uma química científica. Puderam ser iniciadas técnicas de álgebra, trigonometria e estabelecer conhecimentos de óptica.

Desta forma, a ciência grega foi rejuvenescida e ampliada pela cultura islâmica, pela renovação da sua atividade, pela busca de autoridades melhores. Entretanto, herdou-se dos gregos também os problemas; aos poucos o império islâmico se mostrou ineficaz para manter a organização necessária para controlar um estado tão extenso. Embora o islame tenha sobrevivido, nunca recuperou o grau de ímpeto científico que caracterizou a sua fase inicial. Por sorte, as experiências acumuladas, as teorias, os métodos e os dados foram transmitidas a nova e florescente ciência da cristandade feudal.

Assim, o cenário geral era de que o efeito global das técnicas de produção e transporte aumentou os excedentes das aldeias. Camponeses enriquecidos e artífices consolidaram suas posições e construíram um mercado cada vez mais importante. No fim da idade média já se percebia a importância da colaboração para a exploração em comum de territórios menos desenvolvidos. O legado foi econômico, político e técnico; a contribuição intelectual não foi muito evidente, embora os indivíduos medievais tenham se esforçado para recuperar e absorver os elementos da ciência clássica.

Ciência na Idade Moderna

O período do início do século XVII até o final do século XIX correspondeu ao que se convencionou chamar de idade moderna, pois representou o renascimento dos conhecimentos da sociedade³³. Este período abrangeu desde o desvanecimento da cultura clássica greco-romana, até o surgimento de uma nova cultura, baseada em um novo sistema econômico e em uma nova ciência experimental, o renascimento³⁴.

Os acontecimentos desse período se deveram à necessidade de recuperar a imagem do mundo helenístico de Platão e Aristóteles e de adaptar à nova economia essencialmente feudal e as restrições intelectuais impostas pelos dogmatismos religiosos do cristianismo. O período foi consequência da constatação de erros e equívocos do passado na interpretação dos fenômenos e na explicação do mundo natural; também, devido à expansão e influência do pensamento científico no meio intelectual³⁵.

Como a economia do feudalismo não exigia formas intelectuais radicalmente novas e nem podia desenvolvê-las, não foi necessário desenvolver uma imagem do mundo radicalmente nova nessa época. O que foi feito foi introduzir novas técnicas de produção, que foram muito mais populares para o povo que

³³ Rosa, *História da Ciência: A Ciência Moderna*, 3 vols., 2. ed. (Brasília: Funag, 2012), 30-400.

³⁴ Bernal, *Ciência na História*, 2:250-495.

³⁵ *Ibid.*, 2:300-400.

as da época clássica, embora não representassem produção em larga escala. A tendência econômica que encorajou o progresso técnico foi o fator mais importante para o aparecimento da ciência moderna³⁶.

Os períodos envolvidos incluíram as origens, crescimento, apogeu e decadência da economia feudal, na Europa setentrional e nas terras mediterrânicas, juntamente com o desenvolvimento da Ásia. Foram dois períodos desiguais: o primeiro foi de 700 anos, caracterizado na Europa pelo salvamento dos resíduos das técnicas de ciências clássicas e pelo desenvolvimento contínuo da Síria, Egito, Pérsia, Índia e China, impulsionado direta ou indiretamente pela cultura helenística; o segundo período começou no domínio da ciência de características islâmicas sobre a sociedade feudal, e foi caracterizado por um movimento de progresso lento e crescente das técnicas e dos interesses científicos em condições de feudalismo cada vez mais instáveis³⁷.

A ciência foi caracterizada pela formulação de leis e teorias para explicar os fenômenos juntamente com a evolução do pensamento filosófico. Entretanto, isso foi limitado e ditado pelas condições feudais existentes, mais que pela antecipação de uma ordem social diferente, que ainda estava por vir. Também, pelas religiões que, mesmo que tenham perdido um pouco da sua autonomia perante as "verdades" reveladas pela ciência, ainda criavam situações desfavoráveis para o estabelecimento de metodologias que sustentassem as investigações científicas³⁸.

O racionalismo cartesiano, que se baseava na dedução de ideias inatas, independentes da experiência sensível e anterior a ela e que constituía um sistema abstrato de construção da realidade, ganhou cada vez mais lugar. Posteriormente, os iluministas refutaram esse racionalismo cartesiano, sustentando que a razão deveria atuar sobre dados fornecidos pelos sentidos, como um meio para atingir, pela experiência e reflexão sobre a experiência, o conhecimento da natureza; a razão passou a ser entendida como uma força que se desenvolveria a partir da experiência sensível (racionalismo empírico)³⁹.

O pensamento europeu na metade do século XVIII foi "[...] dominado pelo chamado Iluminismo, conjunto de ideias, conceitos e valores compartilhados em diversos países por diferentes correntes filosóficas, que abrangiam as teorias política e econômica, a doutrina jurídica, a reflexão científica e a inspiração artística"⁴⁰.

Nessa época a matemática, a astronomia e a química tiveram um extraordinário desenvolvimento. As redes de ensino universitário foram ampliadas bem como foram criadas atividades para chamar a atenção do público leigo, como museus, academias, sociedades científicas, jardins botânicos e bibliotecas. Nas palavras de Rosa "[...]o desenvolvimento científico no Século das luzes se

³⁶ Ibid.

³⁷ Ibid., 2:350-400.

³⁸ Ibid., 340-350.

³⁹ Rosa, *História da Ciência: A Ciência Moderna*, 30-400.

⁴⁰ Ibid., 18.

daria num contexto bastante diverso do anterior, com uma nova mentalidade social, o que viria a ser a grande modificação filosófica e conceitual introduzida pelos pensadores do século XVIII⁴¹.

O desenvolvimento da ciência no século XIX se distanciou ainda mais da religião e das influências filosóficas, iniciando uma revolução que assentou a ciência em bases exclusivamente científicas. A ciência já não buscava provar a perfeição da obra divina nem se colocava em posição inferior ou subordinada. Foram estipuladas novas ciências fundamentais, como a biologia e a sociologia, surgiram novos campos de estudo como a astrofísica, termodinâmica, eletromagnetismo, radioatividade, química orgânica, bioquímica, embriologia e evolução, foram desenvolvidas ciências auxiliares, como a arqueologia, paleontologia, geologia e meteorologia, todas representando grandes reestruturações no campo científico⁴².

Assim, de forma resumida, pode-se dizer que os principais aspectos científicos desta época foram a quebra da subordinação entre ciência e religião, o reconhecimento da função social da ciência, a transformação da pesquisa em uma atividade complexa de trabalho de cientistas e o caráter fundamentalmente europeu da ciência. Estavam criadas agora as condições para a evolução da ciência em novas e revolucionárias bases, para originar a ciência contemporânea de ordem racional e positiva⁴³.

Ciência na Idade Contemporânea

O mundo contemporâneo, marcado pelas mudanças no âmbito social, político, econômico, científico e tecnológico, recebeu o legado dos últimos séculos nos diversos campos das atividades humanas. Passou a se depositar maior confiança na ciência e na razão e não mais na teologia e na fé para entender os fenômenos naturais e sociais; a visão de mundo e da sociedade passou de teológica para laica⁴⁴.

Como principais acontecimentos teve-se a criação de academias e observatórios, a reformulação do conhecimento científico, o crescente reconhecimento do valor do método, a evolução do conhecimento das matemáticas, o espírito científico e questionador. As descobertas e invenções e os aperfeiçoamentos e inovações, possibilitaram em um curto espaço de tempo e em um ritmo acelerado, uma mudança radical no cotidiano da nova sociedade. A mensuração, a experimentação, a verificação e a comprovação passaram a ser procedimentos válidos e atuais na metodologia científica. Passou-se a se buscar saber porque e como os fenômenos ocorriam⁴⁵.

O misticismo deixou de ser o caminho para o conhecimento, que passou a ser adquirido pela

⁴¹ Rosa, *História da Ciência: A Ciência Moderna*, 242.

⁴² Bernal, *Ciência na História*, 2:250-495.

⁴³ *Ibid.*, 2:250-295.

⁴⁴ Rosa, *História da Ciência: A Ciência Moderna*, 70-300.

⁴⁵ *Ibid.*, 80-300.

racionalidade e pela pesquisa. A instauração das primeiras sociedades científicas marcou o estabelecimento da ciência como fator perfeitamente reconhecido da cultura. As mais antigas sociedades deste tipo foram as academias Lincei, em Roma (1600) e a de Cimento, em Florença (1651). Também, a instauração da ciência como instituição por meio das sociedades científicas atribuiu-lhe certa solenidade, certa dose de pompa e pedantismo que acabou excluindo por algum tempo certas ideias revolucionárias⁴⁶.

O surgimento de novas áreas do conhecimento e a velocidade de evolução tornou os cientistas cada vez mais preocupados a respeito de sua área de trabalho, e a especialização daí decorrente levou a um espetacular progresso. A ciência então, utilizou a previsão racional decorrente das relações constantes estabelecidas entre os fenômenos como recurso. Fazer ciência passou a requerer investimentos, pesquisas árduas individuais ou coletivas, a representar competitividade; "[...] o decorrente progresso das Ciências, que beneficia a sociedade como um todo, tem contribuído para aumentar a confiança na atividade científica e para assegurar seu prestígio"⁴⁷.

A História da Ciência e a Formação de Professores

A aprendizagem da ciência enquanto percurso histórico é fundamental para o letramento científico, para o desenvolvimento da capacidade crítica e para a construção dos processos sócio históricos do conhecimento científico; assim, "[...] é importante confrontar os objetivos formativos e epistemológicos que se buscam, com as visões transmitidas pelas narrativas históricas utilizadas"⁴⁸.

Os cursos de formação docente se preocupam em inserir a História da Ciência durante as discussões propostas. Os desdobramentos e a formação de professores da área de Ciências Naturais em relação à inserção de discussões e reflexões de cunho histórico epistemológico da ciência podem contribuir para compreensões historicamente consistentes e fundamentadas do processo de produção do conhecimento científico e uso do mesmo⁴⁹.

Nesse sentido, a introdução da história da ciência na formação docente é um meio de levar os futuros educadores a compreender como ocorre a construção do conhecimento e como a aceitação da ideia científica está sujeita a influência de fatores sociais, políticos, filosóficos, religiosos e assim por diante⁵⁰. Desta forma, que as verdades são questionáveis.

Com esta inserção, os professores podem mediar situações de ensino aprendizagem considerando a perspectiva histórica do conhecimento científico, aproximando a ciência dos interesses

⁴⁶ Bernal, *Ciência na História*, 2:250-495.

⁴⁷ *Ibid.*, 24.

⁴⁸ Forato, Martins, & Pietrocola, "Enfrentando Obstáculos na Transposição Didática," 126.

⁴⁹ N. C. Delizoicov & D. Delizoicov, "História da Ciência e a Ação Docente: A Perspectiva de Ludwik Fleck," in *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*, org. Luiz O. Q. Peduzzi, André F. P. Martins, & Juliana M. H. Ferreira (Natal: EDUFERN, 2012), 229-260.

⁵⁰ Ferreira & Ferreira, "A História da Ciência na Formação de Professores," 1-13.

personais dos alunos, desenvolvendo o pensamento crítico e a superação da falta de significado, que marca alguns conteúdos escolares para os alunos⁵¹. Além disso, essa perspectiva favorece o surgimento de um olhar mais apurado da natureza da ciência. Ao estudar o contexto metacientífico pode-se adquirir subsídios para entender as influências sofridas e exercidas pela ciência, a função da imaginação no trabalho dos cientistas, o papel de questões ideológicas, políticas e religiosas dos cientistas no desenvolvimento, aceitação e divulgação de suas teorias, entre outros⁵². Considerar as abordagens históricas e filosóficas implica na mudança do currículo, na implementação de novas práticas metodológicas e avaliativas e de novos materiais didáticos⁵³. Complementa-se que “[...] a falta do conhecimento da história da ciência contribui para o desânimo da juventude diante dos conteúdos de ensino em geral, provocando o seu não desejo em aprender”⁵⁴.

Na ciência prevalece uma visão aproblemática, ahistórica e neutra no processo de formação de futuros educadores⁵⁵. Trata-se de uma mudança de paradigma que não é fácil de alcançar, pois vai contra um modelo que não considera o conhecimento como construído historicamente. Ainda, algumas correntes de pensamento afirmam que a história da ciência prejudica a formulação de convicções científicas necessárias para a aprendizagem, que os materiais históricos sempre se vinculam aos propósitos pedagógicos, que a história é inadequadamente apresentada e que acaba com os dogmas científico⁵⁶.

A mudança nestes discursos aponta para a necessidade de acrescentar historicidade à docência, para transformar a sociedade conforme exigências, valores e crenças, considerando que todas as ações geram consequências a curto, médio e longo prazo.

Embora ainda existam muitas lacunas em relação ao ensino de história da ciência nos cursos de formação de professores e na utilização de conteúdos históricos nas práticas docentes, disciplinas com viés histórico e filosófico estão cada vez mais presentes (por exemplo, na própria disciplina de história da ciência e de epistemologia). Além disso, existem documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais⁵⁷ e as Diretrizes Curriculares Estaduais⁵⁸, que indicam que os alunos precisam compreender os conhecimentos científicos como uma consequência do processo histórico, de forma que os conteúdos históricos e as suas implicações pedagógicas acabam se tornando imprescindíveis para a formação

⁵¹ Ibid.

⁵² Breno A. Moura & Cibelli C. Silva, “Abordagem Multicontextual da História da Ciência: Uma Proposta para o Ensino de Conteúdos Históricos na Formação de Professores,” *Revista Brasileira de História da Ciência* 7, nº 2 (2014): 336-348.

⁵³ Matthews, “História, Filosofia e Ensino de Ciências,” 164-214.

⁵⁴ Ferreira & Ferreira, “A História da Ciência na Formação de Professores,” 10.

⁵⁵ Delizoicov & Delizoicov, “História da Ciência e a Ação Docente,” 229-260.

⁵⁶ Matthews, “História, Filosofia e Ensino de Ciências,” 164-214.

⁵⁷ Secretaria de Educação do Brasil, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais* (Brasília: MEC/SEF, 1997), 1-126.

⁵⁸ Secretaria de Estado da Educação do Paraná, *Diretrizes Curriculares da Educação Básica* (Paraná: MEC, 2008), 1-412.

docente⁵⁹.

Metodologia

Esta foi uma pesquisa cuja abordagem utilizou o método qualitativo ao buscar expressar níveis de realidade que não podem ser quantificados e trabalhar com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças e valores⁶⁰. Envolveu a obtenção de dados descritivos, pelo contato direto com a situação estudada, enfatizou mais o processo do que o produto e se preocupou em retratar a perspectiva dos participantes.

Quanto a natureza, esta foi uma pesquisa básica, que buscou gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista. Relacionado aos objetivos, foi explicativa, pois se preocupou em identificar os fatores que determinaram ou que contribuíram para a ocorrência dos fenômenos; explicou o porquê das coisas por meio dos resultados oferecidos. Os procedimentos constituíram uma pesquisa de campo, que se caracterizou por aliar estudos bibliográficos e documentais com a coleta de dados junto às pessoas, no local em que os fenômenos aconteceram⁶¹.

A coleta de dados aconteceu na disciplina de História da Ciência, componente curricular do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, ofertado na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), campus de Guarapuava/PR no primeiro semestre de 2015. Este componente curricular, com 45 horas de carga horária, teve como objetivo realizar uma abordagem crítica do desenvolvimento do conhecimento científico, tendo em vista uma perspectiva que avaliasse sua formação histórica, suas determinações culturais, suas limitações e contradições como resposta aos problemas humanos. Participaram da disciplina 6 pós-graduandos, sendo 2 professores de física, 1 de matemática, 2 de biologia e 1 de ciências naturais.

Para o desenvolvimento da disciplina mencionada a professora regente optou pela leitura e discussão de textos de História da Ciência em cada período histórico. Foi preciso também, realizar pesquisas exploratórias a respeito de fatos históricos que emergiram nas discussões. Com isso os alunos sistematizaram os conhecimentos assimilados em um documento escrito, o qual serviu como trabalho final da disciplina e instrumento de análise dessa pesquisa.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar como os pós-graduandos relacionavam cada período histórico da humanidade à evolução da ciência, desde sua gênese até a modernidade. Para tratamento dos resultados utilizou-se a análise de conteúdo de Moraes⁶², segundo a qual: primeiro, os

⁵⁹ Moura & Silva, "Abordagem Multicontextual da História da Ciência," 336-348.

⁶⁰ Menga Lüdke & Marli E. D. A. André, *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas* (São Paulo: EPU, 1986), 40-125.

⁶¹ Antônio C. Gil, *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*, 4ª ed. (São Paulo: Atlas, 2007).

⁶² Roque Moraes. "Uma Tempestade de Luz," 191-211.

textos são examinados minuciosamente procurando estabelecer unidades de análise menores; depois, as unidades de análise estabelecidas são combinadas e classificadas em categorias; a partir disso, emerge uma compreensão renovada do todo, ainda que composta por elementos racionalizados. Foram propostas como categorias: ciência no período paleolítico, ciência no período neolítico, ciência na idade do ferro, ciência na idade da fé, renascimento científico e ciência no século das luzes.

Para facilitar a compreensão do leitor, ao ser referenciado o trabalho em análise, foram feitos recortes do referido documento (nomeado “D”), transcritos na íntegra e em itálico, com suas respectivas páginas. Também, os pós-graduandos participantes da pesquisa serão nominados como P1, P2, P3, P4, P5 e P6, para salvaguardar seus anonimatos.

Resultados e Discussões

Os elementos apresentados pelos pós-graduandos foram coerentes com as discussões propostas nesta pesquisa do percurso histórico da ciência, o que demonstrou que eles souberam expressar os conhecimentos assimilados, muitas vezes agregando elementos derivados de suas trajetórias docentes. A partir da análise do documento como um todo, foram estabelecidas as categorias: ciência no período paleolítico, ciência no período neolítico, ciência na idade do ferro, ciência na idade da fé, renascimento científico, ciência no século das luzes, as quais são apresentadas em seguida.

Na categoria ciência no período paleolítico percebeu-se que as conquistas evolutivas em relação ao desenvolvimento humano, assim como o surgimento de técnicas para a resolução de problemas do cotidiano, tinham reflexos diretos na organização social dos agrupamentos. Evidenciou-se que existiam costumes diferentes, conforme as exigências da sociedade, que serviam para suprir as necessidades e para manter os grupos sociais. Esta percepção foi assim apresentada:

“Cada grupo tribal apresentava costumes diferentes, de acordo com o que eles possuíam e desenvolviam em sua sociedade, para suprir suas necessidades, solucionando assim, problemas eminentes do dia a dia” (D., P. 6).

Entre os costumes, destaca-se que estava a divisão de tarefas entre as pessoas, segundo a qual as mulheres eram responsáveis por colher e os homens por caçar e garantir a sobrevivência do grupo⁶³, aspectos que também foram pontuados pelos pós-graduandos:

“As mulheres eram responsáveis por colher e os homens por caçar e também pela sobrevivência do grupo, o que lhe deu a supremacia como patriarca” (D., P. 1).

Pode ser que este fator, combinado com o aumento da força física, agressividade e agilidade, tenha feito com que no final do paleolítico existisse a supremacia dos homens sobre as mulheres. As

⁶³ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

famílias se tornaram patrilineares, com costumes patriarcais⁶⁴.

Embora não tão marcantes, evidenciou-se também nas colocações dos participantes vestígios da sexualidade humana nessa sociedade:

“Os primeiros vestígios sobre a sexualidade humana se apresentaram sob diferentes formas, desde pinturas e gravuras nas cavernas até esculturas contemplando o corpo feminino, principalmente as partes íntimas da mulher. Os aspectos apresentados indicavam exaltação à fertilidade e manifestavam-se pela veneração das partes sexuais femininas, mais especificamente a vagina, representada por um triângulo” (D., P. 2).

Acreditava-se que as pinturas e gravuras exaltavam a fertilidade e o papel importante de comandar as comunidades que as mulheres tinham. Nesse contexto, os elementos emocionais não recebiam valor, pois a sexualidade era tida como natural e responsável por dar prazer as pessoas⁶⁵. No que se refere a ciências nos primórdios foi ressaltado:

“Que o uso da técnica e a descoberta do fogo modificaram a forma de consumo dos alimentos, o aperfeiçoamento de utensílios e a proteção contra fatores externos, como o ataque de animais e condições climáticas” (D., P. 1).

Esses utensílios eram basicamente extensões para realizar tarefas impossíveis de serem realizadas com o corpo, como pedras e paus, desenvolvidos socialmente de acordo com as necessidades de cada tribo; eles representaram o progresso não só na manufatura, mas na técnica, imprescindível para a evolução da humanidade⁶⁶.

Na categoria ciência no período neolítico perceberam-se elementos referentes aos progressos tecnológicos, às crenças que organizavam e fundamentavam as ações e sobre à origem da astronomia. Estes aspectos são os que mais representam o período paleolítico⁶⁷. Foram indicados como progressos de período:

“Novas técnicas de cultivo de plantas (semear, sachar, ceifar, malhar, armazenar, moer, cozer, fermentar); construção de cabanas com materiais mais resistentes (como barro)” (D., P. 5).

Tamanha foi a influência do progresso técnico da época que impulsionou o desenvolvimento das cidades, a evolução das casas, templos e crenças⁶⁸. Estas mudanças possibilitaram melhores condições de vida aos indivíduos, fazendo com que se descobrissem como seres sociais.

Também, fez-se menção ao desenvolvimento da astronomia e à sua importância para o progresso.

⁶⁴ Ibid.

⁶⁵ Ibid., 1:10-200.

⁶⁶ Ibid., 1:1-250.

⁶⁷ Rosa, *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*, 25-490.

⁶⁸ Bernal, *Ciência na História*, 1:1-250.

“A astronomia era vista como possibilidade de prever fenômenos da natureza, observados até então apenas a olho nu. Daí foram evoluindo instrumentos astronômicos que facilitaram fazer o trabalho, fazendo com que esta ciência crescesse rapidamente; foi possível observar planetas, estrelas, satélites e diversos outros objetos extraterrestres” (D., P. 1).

Os povos desta época adoravam o Sol e a Lua porque eles eram fundamentais para a agricultura e as navegações. Também, os modelos de universo foram desde essa época propostos de maneiras distintas pelos egípcios, babilônios e chineses. Os egípcios consideravam o mundo celeste como uma cobertura plana, apoiada nos picos das montanhas, sobre a qual corria um Nilo celeste, a Via-Láctea. Os babilônios imaginavam como o lado interior de uma vasta tenda cúbica, na qual as estrelas estavam penduradas como lâmpadas. Os chineses fizeram predições da rotação do universo por meio das estrelas circumpolares. A astronomia posteriormente se aliou a astrologia, para predizer a influência dos astros na vida das pessoas⁶⁹.

Ainda, o desenvolvimento do calendário foi fundamental para a contagem do tempo, pois os povos puderam organizar seus afazeres e prever fenômenos astronômicos. Foi citado pelos participantes que:

“Acredita-se que 5 mil anos atrás os sumérios tenham usado calendários parecidos com aqueles que se tem hoje: com 12 meses lunares de 30 dias, o dia dividido em 12 períodos e cada período com 30 partes. Na Babilônia surgiram calendários com 12 meses lunares de 29 e 30 dias, que fechavam 354 dias no total. Os egípcios por sua vez, em 4236 a.C., fizeram calendários lunares, mas perceberam que o sol se aproximava de Sirius (estrela mais brilhante) justamente na época das cheias no Nilo, a cada 365 dias, e então fizeram um calendário baseado no sol com essa quantidade de dias. Atualmente, existem mais de 40 calendários no mundo, baseados nos fenômenos solares, lunares e lunissolares” (D., P. 6).

O calendário representou uma habilidade de controle do tempo, representativa para o desenvolvimento agrícola. Destacaram-se os calendários lunares, solares e lunissolares, elaborados a partir de observações, registros e cálculos precisos⁷⁰.

A respeito das crenças que norteavam as ações, mencionou-se que:

“Toda a produção e criação era levada ao templo e parte era oferecida aos deuses, a fim de receber graças e prosperar nas próximas produções. Os sacerdotes representavam os deuses e eram respeitados como detentores do poder, cabendo a eles funções bem definidas de administração, como organizar a produção alimentícia e o comércio, para trazer riquezas e reconhecer o poder” (D., P. 5).

Por este motivo, em cada cidade, Deuses podiam assumir posições dominantes e subsidiárias. Isso mostra que desde o início a classe sacerdotal governou as cidades e apropriou-se da maior parte das

⁶⁹ Ibid.

⁷⁰ Ibid.

riquezas. Essa classe distribuía as águas e sementes, regulavam a época das colheitas, o armazenamento dos cereais e a recolha e distribuição dos rebanhos e seus produtos⁷¹.

Na categoria ciência na idade do ferro os pós-graduandos destacaram elementos relacionados à ciência grega e aos principais pensadores da época.

“Os gregos foram responsáveis por várias descobertas, impulsionadas pelo manuseio do ferro. Suas explicações serviram de base para que a ciência moderna pudesse estabelecer verdades e refutações de princípios tidos como certos. A cultura grega influenciou vários filósofos que tentavam entender e explicar a ciência. Uma explicação que exemplifica os problemas que os filósofos procuravam responder é referente ao conceito de átomo, para o qual foram propostos vários modelos no decorrer dos tempos” (D., P. 4).

“Entre os pensadores da época estão Aristarco, Pitágoras, Aristóteles, Euclides, Teofrasto, Demócrito, Hipócrates, Aristocarso de Samos, Tales e Ptolomeu” (D., P. 2).

Isso demonstra reconhecimento de que o desenvolvimento científico sofreu influência de diferentes culturas, costumes e indivíduos. Foram o povo mais bem-sucedido na exploração do ferro. Isso porque eles tinham a vantagem de estarem afastados das influências conservadoras das antigas civilizações enquanto podiam fazer largo uso das suas tradições, além de estarem protegidos dos sucessores dos velhos impérios pela sua lonjura e poder naval. Além de utilizarem o saber acumulado, submeteram esse saber à curiosidade e inteligência, transformando esse saber em algo muito mais simples e racional, mesmo que as vezes abstrato⁷².

Os pensadores citados pelos professores foram os principais responsáveis pelas fases de desenvolvimento da ciência grega. Destaca-se Pitágoras, que fundiu as tendências matemáticas e místicas, vendo nos números a chave para compreender o universo, e Demócrito, cuja teoria atômica, que propunha que o universo era composto por minúsculas partículas indivisíveis que se moviam no vazio do espaço, teve grande influência na ciência posterior⁷³.

Na categoria ciência na idade da fé, referente as idades média e antiga, os participantes destacaram as contribuições islâmicas para a ciência em relação a astronomia, matemática, física, química, geografia e medicina, e as origens do islamismo no período medieval. No que se refere às origens do islamismo, citou-se que:

“Ele tem aproximadamente 1500 anos é tão grande e antigo quanto o cristianismo, tendo se originado por volta de 600 d.C. com Maomé” (D., P. 4).

O Islamismo surgiu devido a relutância do povo oriental do império em adotar o cristianismo, o

⁷¹ Ibid.

⁷² Ibid.

⁷³ Ibid.

qual pregava um governo hostil e opressivo. Esse povo então adotou tudo aquilo que era aceitável do cristianismo, mas rejeitou a aceitação integral da sua doutrina para começar a criar outras religiões. Maomé destacou-se por conseguir substituir todos os antigos Deuses tribais provenientes destas novas religiões por um só Deus, Alá. O Islame passou a oferecer para todos os homens, em troca de um ritual que afirmava o monoteísmo, uma esperança sólida em um paraíso realista. Tudo isso estava posto no livro chamado Corão, que era um manual prático de ritual, moral e leis, adorado por pobres e ricos. A força dessa religião residiu não na autoridade, mas na vasta comunidade dos fiéis⁷⁴.

No que se refere às contribuições islâmicas para a ciência destacaram-se os seguintes trechos do trabalho:

“A astronomia e a matemática foram as primeiras ciências a atrair a curiosidade dos árabes. Na astronomia, observatórios emergiram de todos os importantes centros do império islâmico. Foram revistas teorias antigas e vários erros foram retificados”.

“Foi creditada à escola de Bagdá a descoberta do movimento do apogeu do sol, da avaliação da inclinação do eixo da eclíptica e a sua progressiva diminuição, do estudo detalhado da duração exata do ano [...]”.

“Na física, os árabes fundaram os tratados da óptica teorizando principalmente a aparente posição de imagens em espelhos, com a refração e com a aparente dimensão dos objetos. Também, contribuíram com os conhecimentos de mecânica, por meio dos instrumentos engenhosos, que usavam em suas pesquisas”.

“Na química foram os árabes que teorizaram sobre álcool, o ácido sulfúrico, ácido nítrico, potássio, sal amoniacal, nitrato de prata, mercúrio. Também, foram responsáveis pela descoberta de processos como o de destilação, sublimação, cristalização, coagulação, para extrair ou combinar substâncias”.

“Na geografia e na história os árabes contribuíram para dar a noção do tamanho do planeta, porque tinham o hábito de viajar e explorar regiões do planeta”.

“Na medicina eles contribuíram com hábitos dietéticos, de observação e com a anatomia. Foram os primeiros a identificar e tratar a varíola, a usar álcool como antisséptico e a fazer uso médico do mercúrio como purgativo” (D., P. 3).

Embora estes tenham sido alguns dos principais feitos da cultura islâmica é difícil calcular o real valor das contribuições. Chama a atenção o fato de que os cientistas do Islame aceitaram e codificaram o padrão das ciências da fase final do período clássico. Como eles não estavam emocionalmente identificados com as velhas lendas gregas, puderam utilizar o conhecimento dos gregos com uma atitude muito mais imparcial. Por isso, contribuíram enormemente no campo da matemática, física, geografia,

⁷⁴ Bernal, *Ciência na História*, 2:250-495.

astronomia, medicina, química, e assim por diante, recuperando a ciência grega do estado de decadência em que ela tinha mergulhado nos últimos anos do império romano⁷⁵.

Na categoria renascimento científico (idade moderna e contemporânea) os pós-graduandos mencionaram a burguesia (mecenas) no desenvolvimento das artes, os principais aspectos valorizados pelos artistas renascentistas, a revolução causada neste período, a representatividade dele para os avanços científicos e as contribuições de Newton para o período. Relacionado aos mecenas, eles citaram que

“Que eram pessoas burguesas da época do renascimento que custeavam os escritores e pintores. Tiveram fundamental importância no desenvolvimento não somente estético e filosófico, mas cognitivo e científico, no qual a humanidade emergiu, já que patrocinaram a arte, que expandiu a percepção, a observação e o questionamento” (D., P. 4).

A arte patrocinada por essa burguesia ajudou a fundar a ciência, sendo que a importância social e econômica era tamanha que se gastava muito mais dinheiro que outrora e se aplicavam critérios de avaliação intrínsecos. Havia uma procura cada vez maior de obras capazes de ressaltar o novo estilo de vida dos mais abastados, expressar aspectos científicos; em nenhum outro momento as artes plásticas tiveram tanta influência no desenvolvimento da ciência⁷⁶. Além disso:

“O principal aspecto valorizado pelos artistas renascentistas em suas obras era a cultura greco-romana, sendo que eles possuíam uma visão que era considerada completa sobre a natureza humana. Valorizavam-se qualidades como a inteligência, o conhecimento e o dom artístico, a razão e a natureza. O homem renascentista, principalmente os cientistas, passam a utilizar métodos experimentais e de observação da natureza e do universo” (D., P. 6).

Entre as perspectivas de natureza, se dava atenção particular a anatomia do corpo humano em obras de arte formais e realistas⁷⁷. Depois, os pós-graduandos discutem que o renascimento:

“Causou melhorias em termos científicos e econômicos para a época, tendo por isso, sido considerado revolucionário. O principal motivo foi que nesse tempo a razão foi eleita como principal forma pela qual o conhecimento podia ser alcançado fundamentado em bases sólidas e coerentes. As bases dessa razão eram a matemática e a ciência, que se confrontavam com conhecimentos aceitos como corretos desde os tempos medievais. Foi nesse período que as ciências naturais, asseguraram um lugar permanente entre as forças produtivas da sociedade, com base nas descobertas oportunizadas pela experimentação” (D., P. 1).

Embora reconheça a importância do uso da razão e as contribuições desse período em áreas

⁷⁵ Ibid., 250-300.

⁷⁶ Ibid., 250-400.

⁷⁷ Ibid.

como mecânica, astronomia e artilharia, perdeu-se parte do espírito científico por conta da impossibilidade de encontrar uma aplicação prática para todos os conhecimentos que surgiram. Por conta das navegações, nesse período desenvolveram-se com mais ênfase aplicações para a astronomia, a contagem do tempo e a construção naval⁷⁸.

Quanto ao lugar assegurado pelas ciências naturais, contribuintes foram Simon Sturtevant com a preparação, fundição e fabricação do ferro, Tycho Brahe e Johannes Kepler, que influenciaram na construção do primeiro instituto científico do mundo e fizeram observações precisas das estrelas, e Galileu Galilei, precursor das observações astronômicas⁷⁹. Além desses estudiosos, citou-se que

“As principais contribuições de Newton para a época foram sobre as percepções de gravidade. Newton a descreveu como uma interação entre corpos que se atraem” (D., P. 5).

Newton foi um grande contribuinte das investigações matemáticas e ópticas. Escreveu trabalhos acerca do princípio da gravitação universal bem como das órbitas elípticas dos planetas. Descobriu “[...] o método matemático para converter princípios físicos em resultados quantitativamente calculáveis, verificáveis pela observação, e, reciprocamente, para chegar aos princípios físicos a partir da observação”⁸⁰, o qual forneceu subsídios matemáticos para os cálculos de problemas físicos dos 200 anos seguintes. Sua influência repercutiu em aspectos econômicos e políticos da época.

Por último, comentou-se a descoberta dos telescópios, que possibilitou avançar muito na ciência. Esse foi um meio físico direto para assegurar o estudo de céu, provavelmente o mais importante instrumento científico da época⁸¹.

A última categoria, ciência no século das luzes, ainda referente a ciência moderna e contemporânea, englobou apontamentos referentes ao marxismo ter desencadeado uma visão crítica da ciência e às inovações técnicas do século XIX. Os movimentos do capitalismo e da ciência estão intrinsecamente relacionados de tal forma que se torna difícil explicar essa relação simplificando em causa e efeito, contudo o fator econômico era dominante para permitir o progresso⁸². Por causa disso, inovações ocorreram na área das artes, medicina, tecnologia, metalurgia, química e astronomia.

Quanto às influências do marxismo na visão crítica da ciência, os participantes citam:

“Que o marxismo contribuiu, porque fez surgir as ideias socialistas que, defendendo os direitos da liberdade trabalhista e igualdade entre classes, deram autonomia científica ao indivíduo, desenvolvendo subsídios à convergência de ideias. O desenvolvimento científico tinha de ser tal que pudesse servir aos ideais humanitários, associando a ciência como facilitadora do trabalho do homem” (D.,

⁷⁸ Ibid.

⁷⁹ Ibid., 250-300.

⁸⁰ Ibid., 471.

⁸¹ Ibid., 250-400.

⁸² Ibid., p. 250-300.

P. 4).

Referente às inovações técnicas do século XIX, percebeu-se que foram várias, assim como as implicações, entre as quais

“As máquinas a vapor, que facilitaram a modernização de fábricas pela linha de montagem, ampliando a produção, reduzindo gastos e tempo de produção, facilitando também a produção e livrando da mão de obra pesada. Também, foram desenvolvidos protótipos de veículos e na sequência, uma linha de montagem para produção dos mesmos. Tais veículos mudaram aos poucos as formas de locomoção, sendo posteriormente dominante dentre os que tinham poder aquisitivo suficiente. As cidades foram iluminadas às noites graças ao domínio da eletricidade, dando utilidade trabalhista também às noites. A constituição da matéria foi profundamente questionada e sua parcial compreensão trouxeram inúmeras implicações. A aplicação da radiação na medicina possibilitou a produção de “chapas” de raios x e o alternativo tratamento de doenças” (D., P. 1).

Outras invenções do século XIX colocadas foram: a primeira bateria elétrica (1800); a primeira transmissão telegráfica entre duas cidades (1844); o primeiro poço de petróleo nos Estados Unidos, marco do início da indústria petrolífera (1859); invenção do telefone (1876); invenção da lâmpada incandescente e da geladeira (1879); criação da vacina antirrábica e a utilização de um motor a gasolina em um automóvel (1885). A partir disso, segundo Bernal foi possível construir uma nova visão de mundo cobrindo uma totalidade de domínio das ciências da natureza; os alicerces nos quais a ciências se baseou, mesmo que passíveis de mudanças, eram estáveis, e, mais do que isso, o método de construção do conhecimento científico era agora conhecido, mesmo que ainda incorporassem algumas antigas ideias. “São estas relíquias inconscientes do passado que hoje aparecem em muitas teorias científicas idealistas”⁸³.

Em relação a todas as categorias, os pós-graduandos sistematizaram suas ideias de forma coerente no sentido de relacionar conquistas e desafios da humanidade que foram significativos em cada período histórico, destacando aspectos relevantes que interferiram ou mesmo determinaram o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico vigente. É representativo descrever com fidelidade os fatos históricos, evitando pontos de vista tendenciosos ou a omissão de aspectos importantes para a narrativa eleita, o que parece ter acontecido no documento analisado⁸⁴.

Fazendo referência ao desenvolvimento da ciência no período paleolítico, os participantes compreenderam os diferentes costumes, como o de divisão de tarefas entre os indivíduos, o uso da técnica para fabricação e utilização de utensílios, entre outros, que supriram as necessidades e

⁸³ Ibid., 495.

⁸⁴ Lilian A. P Martins, “História da Ciência: Objetos, Métodos e Problemas,” *Revista Ciência & Educação* 11, nº 2 (2005): 305-317.

mantinham os grupos sociais. No período neolítico, destacaram-se as crenças em divindades e os progressos tecnológicos diante dos costumes herdados no período anterior, que possibilitaram o desenvolvimento de ciências, como a astronomia. A respeito da ciência na idade do ferro, mencionou-se os gregos, como responsáveis por várias descobertas, em partes impulsionadas pelo manuseio dos metais; também, Demócrito e Pitágoras, como contribuintes no desenvolvimento científico da época. No período da ciência na idade da fé, foram citadas as contribuições islâmicas em áreas como astronomia, física, química, geografia e medicina. No período do renascimento científico foram destacados aspectos relacionados ao desenvolvimento das artes. No período da ciência no século das luzes, foram feitos apontamentos referentes às mudanças impulsionadas pelo marxismo, bem como às invenções importantes dessa época.

É preciso ponderar, contudo, que esta pesquisa não teve a pretensão de analisar profundamente aspectos históricos que fundamentaram a história da ciência e sim analisar a percepção dos pós-graduandos a partir dos estudos oportunizados na disciplina denominada História da Ciência, ofertada no curso de mestrado mencionado.

Considerações Finais

Este trabalho apresentou discussões da História da Ciência de 6 pós-graduandos de mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática, elaboradas a partir do desenvolvimento de uma sistematização escrita dos conhecimentos assimilados em uma disciplina ofertada em 2015. O objetivo foi analisar como os pós-graduandos relacionavam cada período histórico da humanidade à evolução da ciência, desde sua gênese até a modernidade.

Os participantes compreenderam aspectos históricos da ciência e o papel dela na história. Relacionaram evoluções científicas à cada período de desenvolvimento de forma articulada com o que propõem autores da área⁸⁵.

Além disso, a reflexão aqui apresentada possibilitou uma melhor compreensão de como se configura o contexto formativo na área de ensino dos cursos de *stricto sensu*, dedicados aos estudos da História da Ciência. Conscientizou para a visualização a ciência como um processo contínuo de construção, em que várias civilizações se destacaram e de se contar acerca dessa evolução na Educação Básica.

Assim, os pós-graduandos participantes poderão demonstrar tal compreensão na sala de aula, para que seus alunos também possam compreender a evolução científica. Demonstra também abordagens interdisciplinares à serem estabelecidas nas áreas do conhecimento. Nesta direção almeja-se

⁸⁵ Rosa, *História da Ciência: A Ciência Moderna*, 70-300.

o a inserção da História da Ciência na sala de aula, a partir do reconhecimento de um aprofundamento teórico em torno do lugar da ciência na história.

SOBRE OS AUTORES

Suelen Aparecida Felicetti
Universidade Estadual de Londrina
suelen_jv80@hotmail.com

Ana Lúcia Crisostimo
Universidade Estadual do Centro-Oeste
anacrisostimo@hotmail.com

Sandro Aparecido dos Santos
Universidade Estadual do Centro-Oeste
sandrosantos@unicentro.br

Artigo recebido em 12 de dezembro de 2018
Aceito para publicação em 20 de maio de 2019