



O PLANETÁRIO COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA FACILITAR O ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DA RUPTURA ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO COMUM

THE PLANETARIUM AS A METHODOLOGICAL RESOURCE TO FACILITATE THE TEACHING OF PHYSICS THROUGH THE RUPTURE BETWEEN SCIENTIFIC KNOWLEDGE AND COMMON KNOWLEDGE

DOI: <http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n1.p231-248.id206>

José Ademir

Damasceno Júnior

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática (IFCE)

Professor da Secretaria de Educação Básica do Ceará (SEDUC)

profademir7@gmail.com

Mairton Cavalcante Romeu

Doutor em Engenharia de Teleinformática (UFC)

Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM/IFCE)

mairtoncavalcante@gmail.com

Resumo: No Brasil o ensino de Astronomia ainda apresenta muitas limitações. Muitas pesquisas apontam a má formação inicial dos professores e concepções alternativas verificadas facilmente em alunos como sendo umas das principais dificuldades encontradas. Essas concepções alternativas apresentam-se como obstáculos epistemológicos. Portanto, levantou-se o questionamento: como o Planetário poderá contribuir para que sejam superados obstáculos epistemológicos no ensino de Física? Este trabalho, por meio de uma revisão bibliográfica, tomando por base documentos oficiais nacionais e resultados de pesquisas anteriores descritos em revistas, artigos, dissertações e teses, teve como objetivo investigar acerca do Planetário como recurso metodológico para facilitar o ensino de Física, através da ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento comum. Como resultado, acredita-se que o Planetário possibilita um novo olhar do indivíduo, dele questionar suas primeiras observações, muitas vezes ingênuas, melhorar a compreensão da composição espacial dos astros e de como se relacionam através dos fenômenos. As conclusões deste estudo revelam que o Planetário poderá promover a superação de obstáculos epistemológicos e, assim, facilitar o ensino de Física, desde que o professor realize uma abordagem teórica e metodológica para a sua utilização.

Palavras-chave: Ensino De Física; Planetário; Recurso Metodológico; Conhecimento Científico; Conhecimento Comum.

Abstract: In Brazil the teaching of astronomy still presents many limitations. Many researches point to the initial mis-training of teachers and alternative conceptions easily verified in students as being one of the main difficulties encountered. These alternative conceptions present themselves as epistemological obstacles. Therefore, the question was raised: how can the Planetarium contribute to overcome epistemological obstacles in the teaching of Physics? This work, based on a bibliographical review, based on official national documents and results of previous researches described in magazines, articles, dissertations and theses, aimed to investigate about the Planetarium as a methodological resource to facilitate the teaching of Physics through between scientific knowledge and common knowledge. As a result, it is believed that the planetary allows a new look of the individual, to question his first observations, often naive, to improve the understanding of the spatial composition of the stars and how they relate through phenomena. The conclusions of this study reveal that the Planetarium can promote the overcoming of epistemological obstacles and, thus, facilitate the teaching of Physics, as long as the teacher realizes a theoretical and methodological approach to its use.

Keywords: Physics Teaching; Planetary; Methodological Resource; Scientific Knowledge; Common Knowledge.



1 INTRODUÇÃO

Vivemos atualmente num mundo de intenso avanço tecnológico. Tecnologia que proporciona diversos benefícios. Entre tantos, podemos destacar alguns: garantir a sobrevivência da humanidade, produzindo mais alimentos e possibilitando uma conservação dos mesmos; proporcionar uma melhor qualidade de vida; facilitar a comunicação entre as pessoas e a realização de inúmeras atividades diárias; e também como recurso para facilitar o ensino de Física.

Mais especificamente sobre o ensino de Física, os professores para auxiliarem suas aulas podem fazer uso de simuladores virtuais (encontrados, por exemplo, no *Physics Education Technology - PhET*), Museus, Centros de Ciências, Observatórios, Planetários, repositórios, softwares educacionais, entre outros. Toda essa tecnologia para o ensino tem tido um incremento significativo nos últimos anos, seja no ensino presencial ou no ensino à distância (VEIT; TEODORO, 2002).

Antigas civilizações, como os egípcios, faziam desenhos do céu em tumbas, outras, como os nativos americanos, representavam alguns corpos celestes através de desenhos nas paredes das cavernas e penhascos. Os gregos antigos ficaram conhecidos por construírem globos que retratavam constelações e movimentos planetários (THORNBURGH, 2017).

Com o avanço tecnológico a humanidade adquiriu mais conhecimento em diversas áreas, especialmente sobre o espaço sideral. Nesse contexto, surge um modelo de planetário moderno. Nos dias atuais, os Planetários possuem sofisticados projetores que utilizam dados científicos, ao mesmo tempo que possibilitam uma visão do universo (THORNBURGH, 2017).

O Planetário classifica-se como um ambiente não-formal de aprendizagem, pois este local proporciona situações não vividas nas escolas (FALK; STORKSDIECK, 2005). Braund e Reiss (2006) destacam a contribuição destes ambientes na elaboração de um melhor currículo de ciências, indicando que a aprendizagem nesses lugares é mais relevante. Falk e Storksdiack (2005) corroboram com esse pensamento, pois argumentam que esses ambientes levam em consideração a inserção dos indivíduos no mundo real, ou seja, de forma contextualizada.

Thornburgh (2017) reconhece o Planetário como um ambiente altamente visual. Para ele, a tecnologia avançada de um Planetário pode promover experiências aos alunos que dificilmente seriam vivenciadas na escola, em sala de aula. Por meio do Planetário, os estudantes possivelmente terão uma melhor compreensão da ciência espacial, através dos modelos que são criados e observados nesse ambiente.



O Modelo Contextual de Aprendizagem (MCA), proposto por Falk e Dierking (1992, 2000), apresenta uma concepção de aprendizagem baseada em vários contextos, tais como: sociocultural, pessoal e físico.

No que se refere ao contexto sociocultural, entende-se que os fatores sociais e culturais influenciam a nossa forma de pensar e aprender. Quanto ao contexto físico, este representa o ambiente onde ocorre a aprendizagem. Ele é constituído pelo espaço, arquitetura, designer, dentre outros fatores, que exercem influência sobre o aprendiz (THORNBURGH, 2017).

Com relação ao contexto pessoal, conforme Thornburgh (2017), representa as características individuais de um aluno. O conhecimento e experiências pessoais que o indivíduo traz consigo, seja para os ambientes formais ou não-formais. Essas características exercem forte influência sobre a aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) orientam que as tecnologias sejam implementadas efetivamente no processo de ensino-aprendizagem. Apesar disso, infelizmente, estas não foram exploradas significativamente no ensino de ciências (DAMASCENO, 2016). As escolas públicas ainda apresentam uma tímida utilização dos recursos tecnológicos pelos professores, seja devido a uma formação inicial inadequada ou por falta de tempo para preparar atividades diferenciadas (BRETONES, 2006; LEITE, 2006; GUIDOTTI, 2014).

Outro fator de igual destaque que compromete o ensino de ciências são os obstáculos epistemológicos apontados pelo teórico Gaston Bachelard. Para ele, podemos diferenciar o conhecimento em comum e científico. O conhecimento comum constitui-se por um caráter empiricamente unificado do real, um conhecimento imediato do real, enquanto o conhecimento científico caracteriza-se por um pensamento abstrato, reflexivo e racional (BACHELARD, 2006).

Plummer (2006), através da investigação que realizou em seu trabalho, percebeu que concepções alternativas verificadas em crianças e adolescentes estão relacionadas ao fato destas não estarem recebendo instruções precisas de seus pais e de outros adultos com quem elas convivem. A autora explica também que, nos dias atuais, as crianças, e até mesmo os adultos, não costumam fazer observações para entender o movimento celeste aparente. As concepções alternativas são concebidas como obstáculos epistemológicos que comprometem uma aprendizagem científica, como, por exemplo, a assimilação de conceitos astronômicos.

Bachelard apresenta um relevante estudo em sua obra *La formation de l'esprit scientifique*, em que publicou pela primeira vez em 1938. Nesse trabalho, ele argumenta sobre



a necessidade do pensamento vulgar, ou comum, ser superado pelo pensamento científico abstrato.

Segundo ele, o pensamento comum constitui-se como um sério obstáculo epistemológico. Conforme Lecourt (1980), o obstáculo epistemológico dificulta decisivamente a ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, principalmente quando o pensamento procura deter-se ao conhecimento real aparente.

Nesse sentido, os obstáculos epistemológicos constituem-se como fatores de resistência, conservação do pensamento, uma preferência pelas respostas prontas e não por questioná-las. Uma razão acomodada a partir do que já se conhece, um pensamento inerte. Verifica-se, no ato de conhecer, um número excessivo de analogias, metáforas e imagens, opondo-se assim à correção dos erros. Entretanto, não se pode afirmar que Bachelard era contrário à utilização de metáforas e imagens. Apenas o mesmo advogava que a razão não podia depender delas, ancorar nelas.

Na obra de Bachelard podemos encontrar também uma forte crítica que o mesmo faz acerca da concepção ocularista de conhecimento, que considera a visão como o sentido essencial do saber. Nesse viés, conseguir formular imagens de um fenômeno significa apropriar-se do conhecimento sobre o mesmo.

Por meio desses pressupostos, levantou-se o questionamento: como o Planetário poderá contribuir para que sejam superados obstáculos epistemológicos no ensino de Física? Portanto, este trabalho teve como objetivo investigar acerca do Planetário como recurso metodológico para facilitar o ensino de Física, através da ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento comum.

Nesse sentido, foi realizada uma pesquisa bibliográfica da área de ensino de Física, através do uso de um Planetário, tomando por base os autores da área, documentos oficiais nacionais, e resultados de pesquisas anteriores descritos em revistas, artigos, dissertações e teses.

2 METODOLOGIA

Com o intuito de levantar informações necessárias sobre a relevância do Planetário como recurso metodológico para facilitar o ensino de Física, por meio da ruptura do conhecimento científico e o conhecimento comum, realizou-se uma pesquisa bibliográfica a partir de revistas, artigos, dissertações e teses, existentes na literatura nacional e internacional.



Segundo Gil (2008), pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

O trabalho foi estruturado, inicialmente, pesquisando-se sobre o ensino de Astronomia, suas limitações e potencialidades, através de autores com diversas publicações na área, tais como: Negrão (1996), Bretones (2006), Plummer (2006), Langhi (2009), Iachel (2011), Leão (2012), Thornburgh (2017), entre outros. Nesses trabalhos é possível verificar também elementos que apontam causas sobre as concepções alternativas encontradas nos alunos.

Em seguida, buscou-se entender o ambiente de ensino de um Planetário, que se classifica como um ambiente não-formal de ensino. Romanzini e Batista (2009), dentre outros, esclarecem sobre a distinção entre os ambientes de ensino. Realizou-se também uma investigação acerca do Modelo Contextual de Aprendizagem (MCA), proposto por Falk e Dierking (1992, 2000), e bastante explorado no trabalho de Thornburgh (2017).

Pesquisou-se ainda sobre a ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, especialmente através da obra de Gaston Bachelard. Por meio de alguns autores, sobretudo Asimov (1975), Abetti (1992), Bachelard (1996), Maluf (2006), entre outros, encontramos relevantes rupturas que ocorreram no desenvolvimento da Astronomia, por exemplo, entre os diferentes modelos planetários, notadamente entre o modelo geocêntrico e o modelo heliocêntrico.

3 DISCURSOS TEÓRICOS

O local pode favorecer ou não a aprendizagem. Segundo Romanzini e Batista (2009), encontramos na literatura três tipos de ambientes, que se classificam de acordo com seus objetivos educacionais. Os ambientes formais são caracterizados por sua estrutura física (salas de aula, bibliotecas, refeitório, quadras esportivas, entre outros), e por uma equipe pedagógica especializada (professores, diretores, coordenadores, dentre outros). Enquadram-se nesse tipo de ambiente: escolas, universidades, entre tantos outros.

No tocante aos espaços não-formais, Romanzini e Batista (2009) indicam que são aqueles que se encontram fora do ambiente formal de ensino e que possibilitam situações diferenciadas para a aprendizagem. Neles encontramos uma estrutura técnico-científica. São exemplos destes ambientes: Museus, Centros de Ciências, Planetários, Zoológicos, Observatórios, entre outros. Nestes ambientes também são necessárias pessoas preparadas para o atendimento ao público.



Evidencia-se a diferença entre a aprendizagem nesses locais e nos ambientes formais em trabalhos como de Falk e Storksdieck (2005). Eles esclarecem que os ambientes não-formais possibilitam a inserção dos indivíduos no mundo real. O fato dos ambientes não-formais possibilitarem atividades práticas e observacionais, em que despertam a curiosidade dos alunos e que atendem aos seus interesses, pouco verificado num ambiente escolar, tornam a aprendizagem mais significativa (SIMSON; PARK; FERNANDES, 2001).

Para se falar dos ambientes informais, é importante primeiro destacar o fato desses não possuírem pessoas especializadas para o aprendizado, uma equipe específica para esta finalidade. Enquadram-se nesses ambientes os cinemas, parques, clubes, casas, campos e quadras de esporte comunitárias, entre outros. Na pesquisa de Jacobucci (2008) é possível diferenciar claramente os ambientes supracitados.

3.1. ENSINO DE ASTRONOMIA

É possível encontrar diversos trabalhos que apontam que a Astronomia desperta o interesse dos alunos. Ela está presente no currículo de ciências. A indicação de seu ensino também é verificada nos PCN. De todo modo, existe uma lacuna entre os documentos oficiais e o que se verifica nas escolas. Mesmo sendo um assunto bastante verificado na mídia, existe uma discrepância em nossas salas de aulas.

Nesse sentido, Negrão (1996) discorre sobre a insuficiência de conhecimentos do conteúdo pelos professores, que, desse modo, constitui-se num sério obstáculo para envolver os alunos nas aulas. Ele também aponta que a abordagem tradicional de ensino adotada por alguns professores pode ser devido em grande parte à própria carência de domínio do conteúdo (NEGRÃO, 1996).

Conforme Langhi (2009), o ensino de Astronomia nas escolas apresenta sérios problemas, quando é verificado, pois em muitas escolas os professores não trabalham claramente os seus conteúdos. Para ele, isto se deve à má formação dos professores no Brasil. Em nosso país, apenas alguns cursos oferecem disciplinas específicas de Astronomia e poucos são os cursos de licenciatura (BRETONES, 1999). A falta também de material didático de qualidade em Astronomia também dificulta a formação inicial dos professores, assim como em sua formação continuada.

3.2. CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM ASTRONOMIA

No ensino de Astronomia são encontradas inúmeras concepções alternativas. No estudo realizado por Iachel (2011) foi verificado que jovens estudantes apresentam muitas concepções



alternativas quanto aos conceitos astronômicos. Uma das razões apontadas pelo autor é o fato desses indivíduos não terem o hábito de observar a natureza, sobretudo o céu à noite.

Em função disso, muitos não percebem que as estrelas apresentam colorações diferentes. Por exemplo, as estrelas Antares, da constelação de Escorpião, e Betegulse, da constelação de Órion, possuem coloração claramente avermelhadas.

Em uma atividade de popularização da Astronomia, verificam-se relatos de alunos do Ensino Médio que argumentam desconhecer a modificação aparente das estrelas (LEÃO, 2009; LEÃO; LARANJEIRAS; COELHO, 2011).

Esses trabalhos explicam sobre algumas mudanças celestes bem relevantes. Uma delas é o movimento aparente das estrelas durante uma noite. É importante destacar que, assim como o Sol executa um movimento aparente durante o dia, de leste para o oeste, as estrelas das constelações mais centrais também o fazem de forma semelhante.

Conforme já explicado neste trabalho, uma das razões atribuídas às concepções alternativas é o fato de crianças e adultos não observarem com frequência e adequadamente o movimento celeste aparente (PLUMMER, 2006). Porém, para uma mudança conceitual seria necessário que os indivíduos observassem e aprendessem quanto aos padrões aparentes de corpos celestes. Plummer (2006) entende essa mudança de atitude como um grande desafio.

A autora acrescenta ainda que as pessoas teriam que, primeiramente, compreender que os movimentos aparentes dos objetos celestes ocorrem, muitas vezes, após um longo intervalo de tempo, e que para registrar tais mudanças, como, por exemplo, o caminho descrito pelo Sol durante as estações do ano e das diferentes posições ocupadas pelas constelações, seria necessário um grande esforço.

Como fariam observadores sem experiência para lembrar das sucessivas posições ocupadas por esses astros? Sem falar que suas observações seriam influenciadas por aspectos climáticos, localização geográfica e compreensão do céu (PLUMMER, 2006).

3.3. PLANETÁRIO COMO AMBIENTE NÃO FORMAL

Diversos trabalhos tratam a Astronomia como uma das ciências que mais têm fascinado a humanidade, desde os primórdios das civilizações. O interesse em compreender os fenômenos celestes teve como resultado um grande progresso científico e tecnológico nessa área. O uso de equipamentos que atendam à curiosidade dos indivíduos, como, por exemplo, para o estudo de conceitos astronômicos, torna-se urgente.



Atualmente existem vários métodos disponíveis para estes fins, tais como os softwares desenvolvidos para a confecção de cartas celestes, ou para a representação dos movimentos planetários, simuladores, livros e documentários de divulgação científica. Portanto, fazer uso de ambientes com esses recursos, que pouco são observados nas salas de aulas tradicionais, em que os professores utilizam basicamente um pincel e o quadro branco, representa uma relevante estratégia para potencializar o ensino de Astronomia.

Nesse sentido, os Planetários destacam-se por possibilitar a reprodução da esfera celeste, por meio de um equipamento óptico, que projeta em um teto abobadado as estrelas e sua aparente disposição no céu, bem como os planetas e outros objetos celestes. Nele é possível abordar conceitos como a identificação das estrelas e localização geográfica por meio delas, os movimentos da Terra, bem como do movimento aparente dos astros na esfera celeste, os dias e as noites, as estações do ano, os satélites naturais, formação do Universo, entre outros (ROMANZINI; BATISTA, 2009)

Nesse sentido, os Planetários destacam-se por possibilitar a reprodução da esfera celeste, por meio de um equipamento óptico, que projeta em um teto abobadado as estrelas e sua aparente disposição no céu, bem como os planetas e outros objetos celestes. Nele é possível abordar conceitos como a identificação das estrelas e localização geográfica por meio delas, os movimentos da Terra, bem como do movimento aparente dos astros na esfera celeste, os dias e as noites, as estações do ano, os satélites naturais, formação do Universo, entre outros (ROMANZINI; BATISTA, 2009)

Para Romanzini e Batista (2009), os Planetários podem ser considerados espaços multidisciplinares de aprendizagem. Neles é possível associar assuntos ligados à Geografia, Artes, Matemática, Música, História, Química, entre outros. Os autores ressaltam ainda que o ambiente dos Planetários é diferenciado, normalmente constituído de confortáveis poltronas reclináveis, que permitem a visualização da cúpula, além do som ambiente, que caracteriza um cenário espacial.

Eles acrescentam ainda que as apresentações podem ser tanto gravadas como narradas ao vivo, varia de acordo com o interesse dos espectadores, e cada uma delas aborda diferentes temas, geralmente relacionados à Astronomia, mas que abrangem também conceitos encontrados em outras disciplinas. As imagens adicionais (detalhes dos planetas, personagens e outros) podem ser reproduzidas por projetores de slides, multimídias, ou ainda pelos Planetários digitais.



Os autores frisam que os Planetários oferecem espetáculos que chamam a atenção de crianças, jovens e adultos, especialmente por proporcionar uma visão de céu noturno que não se tem nos dias atuais, devido à poluição visual. Em seu trabalho, eles levantaram que no Brasil existem em torno de 32 Planetários fixos, sendo a grande maioria deles encontrados nas regiões sudeste e sul.

Para Plummer (2006), o Planetário permite que os alunos visualizem o movimento de corpos celestes de uma forma que eles seriam incapazes de fazer por conta própria, pois esse instrumento é capaz de projetar mudanças celestes, que normalmente ocorrem em dias, ou até mesmos anos, em questão de minutos.

O Planetário é uma incrível ferramenta a ser usada no ensino de objetos e movimentos no céu a partir de uma perspectiva vista da terra. Ele pode ser utilizado para ajudar os alunos a aprenderem sobre os objetos familiares do dia e da noite. O Planetário cria um ambiente que favorece a aquisição de novos conceitos, por facilitar a conexão com os conhecimentos prévios dos alunos sobre o céu e objetos celestes, fornecendo imagens que imitam o céu real (PLUMMER, 2006).

Contudo, no trabalho de Santana (2017) verifica-se que as visitas aos espaços não formais de ensino, por exemplo, aos Planetários, são tratadas como meros passeios. Percebe-se a inexistência de um planejamento por parte do professor para essas visitas. Geralmente o que é estudado nesses locais não terá continuidade na escola, limita-se somente à visita. Tal fato, segundo a pesquisadora, se deve principalmente à falta de conhecimento metodológico e teórico pelos professores, proveniente de uma má formação básica no ensino de Astronomia.

3.4. MODELO CONTEXTUAL DE APRENDIZAGEM (MCA)

O Modelo Contextual de Aprendizagem (MCA), proposto por Falk e Dierking (1992, 2000), apresenta uma concepção de aprendizagem baseada em vários contextos, por exemplo, sociocultural, pessoal e físico.

Nesse modelo de aprendizagem é fundamental que os professores, seja na educação científica formal ou não-formal, favoreçam interações entre eles e os estudantes, entre os próprios estudantes, assim como entre eles com os guias, pois esse contexto sociocultural influencia sobremaneira a aprendizagem dos alunos (THORNBURGH, 2017).

Segundo Thornburgh (2017), caberá ao professor proporcionar um espaço favorável para o engajamento e aprendizado dos alunos. Estes deverão ser encorajados por seus mestres. Nessa atmosfera, é imprescindível também que o professor deixe a posição histórica de



centralidade, detentor do saber, e coloque-se no mesmo patamar dos alunos, na condição de colaborador, mediador, permitindo, assim, que cada aluno construa o seu conhecimento através das interações que são estabelecidas.

Já no contexto pessoal é imprescindível que o professor, ao planejar visitas aos espaços não-formais de ensino, por exemplo, Planetários, leve em consideração os interesses pessoais dos alunos, baseado em seus conhecimentos e experiências anteriores, e, desse modo, possibilitar que os estudantes aprendam coisas novas a partir de suas vontades e motivações, pois estes fatores exercem também influência direta na aprendizagem (THORNBURGH, 2017).

Plummer (2006) orienta que devemos sempre considerar o conhecimento prévio das crianças, pois isto exercerá influência direta sobre como elas interpretaram novas ideias. Nesse sentido, a autora explica que temos, primeiramente, que avaliar as ideias e conhecimentos que as crianças trazem consigo. Por conseguinte, planejarmos estratégias de ensino que favoreçam a conexão entre as antigas e novas ideias e, desse modo, que as mesmas possam promover mudanças conceituais, superar obstáculos epistemológicos.

A pesquisadora complementa que para a assimilação de novas ideias também será necessário desenvolver nos indivíduos certas habilidades, tais como: a capacidade de descrever posições e direções, e perceber o movimento quase imperceptível de corpos celestes.

Para ela, essas habilidades devem ser concebidas como pré-requisitos que podem afetar diretamente o que as crianças aprendem e também como podem ser usadas para melhorar as estratégias de ensino. Por fim, Plummer (2006) defende que um dos maiores desafios no desenvolvimento de um currículo, para favorecer o aprendizado das crianças sobre os movimentos celestes aparentes, é determinar que representações dos conceitos são realmente significativos e acessíveis às crianças.

Thornburgh (2017) esclarece também sobre a importância do contexto físico na aprendizagem à luz do MCA. Para o autor, características como o tamanho, iluminação, visualizações, experiências proporcionadas, entre outras, bem diferentes de outros lugares que os indivíduos possam já ter conhecido, são fatores que favorecem o aprendizado dos alunos.

3.5. A RUPTURA ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO COMUM

Autores apontam que o Planetário possibilita que os alunos questionem suas ideias iniciais sobre a composição e movimentos dos corpos celestes, ou seja, repense suas concepções acerca do universo. Para Bachelard (2006), as ciências físicas e químicas, no mundo



contemporâneo, caracterizam-se como a superação do pensamento sobre o conhecimento vulgar. O domínio da reflexão sobre a percepção.

Bachelard explica que dificilmente um indivíduo terá a compreensão de fenômenos somente através de técnicas diretas, como, por exemplo, por meio da experiência usual. Em sua obra é possível verificar inúmeras reflexões sobre este fato. Dessa forma, diversas teorias existentes fundamentaram-se em técnicas que não são nem mesmo continuidade dos fenômenos naturais, a fim de explicá-los. Esses métodos indiretos são conhecidos como técnicas científicas.

O referido autor argumenta que:

Por exemplo, enquanto se tratava, num espírito positivista, de determinar os pesos atômicos, a técnica - sem dúvida muito precisa - da balança bastava. Mas, quando no século XX se separam e pesam os isótopos, é necessária uma técnica *indirecta*. O *espectroscópio* de massa, indispensável para esta técnica, fundamenta-se na acção dos campos elétricos e magnéticos. É um instrumento que podemos perfeitamente qualificar como *indirecto* se compararmos à balança (BACHELARD, 2006, p. 18).

Ele acrescenta ainda que a ciência se opõe radicalmente à opinião. A ciência não pode fundamentar-se em opiniões. Para ele, “a opinião pensa mal, ela não pensa: traduz necessidades em conhecimentos” (BACHELARD, 2006, p. 166). Conforme o autor, a opinião constitui-se como primeiro obstáculo a ultrapassar. Explicita também que o espírito científico não pode ter opiniões sobre o desconhecido, sobre o que não compreendemos.

É preciso, sobretudo, ter claramente o problema formulado, uma questão a ser desvendada. O espírito científico se forma a partir da busca da solução de um problema. Bachelard (2006, p. 166) afirma que “se não houver questão não pode haver conhecimento científico, nada é natural. Nada é dado. Tudo é construído.” O obstáculo epistemológico consiste num conhecimento não questionado.

Em seus trabalhos Bachelard defende que, infelizmente, muitos professores de Física acreditam que é possível que os alunos compreendam um fenômeno, uma demonstração, repetindo ponto a ponto. Segundo o autor, esses mesmos professores não se dão conta que os alunos chegam para as aulas com um conhecimento empírico sedimentado, que não se trata apenas de assimilar um conhecimento experimental, mas de substituí-lo, causar uma ruptura do conhecimento científico com o conhecimento comum, já incrustados pela vida cotidiana.

O autor segue com a ideia que o professor precisa realizar uma psicanálise do erro inicial. Ele sugere também que a cultura científica precisa de uma base intelectual e afetiva. Bachelard argumenta que a cultura científica precisa substituir o saber isolado, inerte, por um saber aberto, dinâmico e dialético. Conforme o mesmo, a ciência não é estática, o seu



conhecimento não é algo acabado, pronto. Ela está em constante movimento. Seus avanços baseiam-se em questionamentos, reflexões.

3.6. MOMENTOS DE RUPTURA NO DESENVOLVIMENTO DA ASTRONOMIA

Por meio de uma revisão bibliográfica, identificam-se relevantes momentos de ruptura entre teorias defendidas por filósofos, físicos, astrônomos, entre outros, no desenvolvimento da Astronomia. Desse modo, pode-se estabelecer uma relação com a epistemologia de Bachelard. Nesse sentido, doravante, serão apresentadas algumas das mais notórias rupturas no contexto da Astronomia.

Maluf (2006) explica que Aristóteles, a partir das ideias de Platão (428-348 a.C.) e de Eudóxio (~406-~380 a.C.), separando os movimentos dos corpos sublunares¹ dos corpos supralunares², defendia a ideia sobre o movimento circular ser o mais perfeito de todos. Desse modo, asseverou que o movimento dos corpos celestes que orbitava a Terra era de esferas concêntricas.

Para o autor, apesar da concordância acerca do movimento dos corpos celestes, existe diferença entre o modelo platônico e o aristotélico. Enquanto para o primeiro as esferas são entes matemáticos, já para o segundo elas são entendidas como objetos materiais (como esferas cristalinas). Por este motivo, o sistema aristotélico tinha o cosmos composto por 55 esferas, onde ele acreditava que a última era uma espécie de um motor primário responsável pelo movimento das outras.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) apresentou uma das primeiras teorias de proposição heliocêntrica, contrária ao sistema de Aristóteles. Vale ressaltar que os dados astronômicos disponíveis até o século II de nossa era foram compilados por Ptolomeu (~100-200 d.C.) nos aspectos matemáticos e geométricos (ABETTI, 1992). Évora (1993) destaca que os conceitos físicos da teoria de Ptolomeu basearam-se na Física aristotélica. Suas demonstrações dos fenômenos celestes apontavam sempre para movimentos circulares perfeitos (modelo platônico).

Segundo Bachelard, o modelo platônico apresenta-se como um obstáculo epistemológico. É possível inferir que nesse contexto, os instrumentos técnicos não tinham o intuito de aperfeiçoar a experimentação, mas apenas reproduzir o comportamento dos astros. A

¹ Que está entre a Terra e a órbita da Lua. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/subluna>>. Acesso em: 29 mai. 2018.

² Que está em posição superior à lua; que está acima ou além da lua. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/sublunar>>. Acesso em: 29 mai. 2018.



matemática adotada nesse período era somente para repetir os fenômenos naturais, limitava-se a geometria de Platão.

Um momento marcante ocorre quando Copérnico (1473-1543) rompe com o sistema ptolomaico, apresentando seu sistema heliocêntrico, partindo do pressuposto de que a Terra realiza um movimento de rotação (em torno do seu próprio eixo) e de translação (em torno do Sol). O modelo de Copérnico simplificou o de Ptolomeu, contudo permanecia o ideal das esferas concêntricas de Platão e a existência da esfera das estrelas fixas (COPÉRNICO *apud* ÉVORA, 1993b, p. 126).

Copérnico introduz o processo de matematização na Astronomia, dando início a uma nova concepção do Universo. Infelizmente ao manter o modelo de perfeição do sistema esférico e do movimento circular para os fenômenos celestes, ele não consegue unificar a física celeste com a física terrestre e o movimento nesses dois contextos fica ainda sem relação. Galileu (1564-1642) coloca-se fortemente contra o modelo de Aristóteles ao defender sua teoria de “força imprimida”.

Para Galileu, o “[...] movimento eterno é impossível e absurdo, precisamente porque ele é o produto da força motriz que se esgota ao produzi-lo. [...] A velocidade não é uma função da resistência do meio: é algo que é inerente e intrínseco ao próprio movimento” (KOYRÉ *apud* MALUF, 2006, p. 77).

Apesar de suas novas ideias, Galileu permanece com o pensamento de conservar a ordem concêntrica das órbitas. Porém ele geometriza o espaço e, ao estudar sobre o movimento, adota uma física matemática dedutiva e abstrata, uma física da hipótese matemática.

Percebe-se, então, o esforço de Galileu a fim de matematizar a Física e a Astronomia. Infelizmente, o mesmo não obteve sucesso, pois não conseguiu a unificação do movimento dos corpos terrestres com o dos corpos celestes. Entretanto Galileu é o responsável pela implantação do método experimental

Galileu, em 1609, a partir da descrição de um instrumento construído na Holanda (uma luneta), que permitia observar objetos distantes, conseguiu fabricar um aparelho semelhante, o telescópio. Por meio de observações do céu, verificou que a Lua era imperfeita como a Terra e que havia uma vastidão de estrelas que não podiam ser vistas a olho nu e que o Universo é muito mais vasto e complexo do que qualquer homem da antiguidade tenha imaginado (ASIMOV, 1975).

A utilização do telescópio na Astronomia possibilitou a observação sistemática do céu que ultrapassava o dado imediato (um obstáculo epistemológico). Essas descobertas permitiram



argumentos mais sólidos contra o geocentrismo. O Planetário permite, de forma semelhante, uma configuração mais precisa do universo.

Newton (1642-1727), embasado no conhecimento de Galileu sobre a queda livre dos corpos, em que objetos com massas diferentes e abandonados de uma mesma altura, desprezando a resistência do ar, adquirem a mesma aceleração, e também no princípio da inércia de Descartes (1596-1650), descreveu o movimento dos corpos através da matematização da natureza, algo que Galileu não conseguiu. Ademais, ele elaborou leis para explicar o movimento dos corpos na superfície da Terra ou mesmo no espaço sideral.

As leis de Newton causam uma ruptura na concepção que o conhecimento matemático dos fenômenos limita-se ao geométrico. Para Newton, o espaço, o tempo e a massa são absolutos e mensuráveis, podendo ser tratados matematicamente (não mais geometricamente) como cálculo infinitesimal. A partir das três leis de Newton, temos uma definição precisa da grandeza força, como um agente físico que causa movimento e como princípio de interação entre corpos; e também por meio da relação entre a força, a massa e a aceleração, uma concepção qualitativa. (MALUF, 2006).

Newton elabora, em 1687, a mecânica celeste denominada Teoria da Gravitação Universal. Isso fez com que ele explicasse dois pontos da mecânica: a conversão de movimentos lineares em movimentos circulares e/ou elípticos, e também sobre a variação da força gravitacional em uma função da distância entre os corpos. Newton, fundamentado no movimento terrestre e nas leis de Kepler, demonstra matematicamente que a força com que um corpo atrai o outro varia de forma inversamente proporcional ao quadrado da distância, dependendo também da massa dos corpos

Assim, Newton causou uma ruptura com o sistema copernicano. Ele negou um mundo finito que girava ao redor do Sol e criou, ao mesmo tempo, a concepção de um mundo infinito com diversos sistemas solares, em que o Sol encontra-se em movimento junto com a Via Láctea. Bachelard (1996) explica que, com a implantação da racionalização na Física, Newton ultrapassa o imediatismo e o realismo ingênuo, reconhecendo as órbitas elípticas, parabólicas e hiperbólicas.

Com advento do século XX, Albert Einstein (1879-1955) em 1905 elabora a teoria da relatividade especial e em 1916 a teoria da relatividade geral. Einstein em suas teorias considera o espaço, o tempo, a massa e a energia como grandezas não absolutas, e que o campo gravitacional é curvado pelo tempo-espaço. As teorias de Einstein constituem-se na ‘negação’



dos conceitos da mecânica newtoniana. Nos deparamos, dessa forma, com outra ruptura, realizada agora por Einstein.

Maluf (2006) argumenta que, para uma melhor compreensão de como a teoria einsteniana é uma ruptura com a teoria newtoniana, faz-se necessário nos remetermos à Bachelard e suas implicações filosóficas da teoria da relatividade, pois ela representa um resumo filosófico do racionalismo matemático e do empirismo técnico. O autor esclarece ainda que a partir de uma experiência científica moderna, Einstein derruba a noção de espaço absoluto, mais do que isto, nega o realismo absoluto da realidade empírica e o intuicionismo simplista que considera o espaço como uma intuição *a priori*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desses pressupostos foi possível tomar algumas inferências. Observou-se que no Brasil o ensino de Astronomia, apesar de alguns esforços, como, por exemplo, da legislação vigente e de alguns trabalhos científicos, é ainda bem superficial e que apresenta diversas dificuldades, tais como: uma má formação inicial dos professores e um número insignificante de cursos de graduação em Astronomia (sendo que poucos cursos de licenciatura em Física oferecem a disciplina de Astronomia e, mesmo quando oferecem, normalmente são optativas).

Outra dificuldade levantada neste trabalho foi acerca de concepções alternativas facilmente verificadas em alunos do ensino médio, até mesmo em professores (em função de uma má formação inicial já apontada). Essas concepções alternativas apresentam-se como obstáculos epistemológicos a serem superados. É preciso haver o rompimento entre o conhecimento científico e o conhecimento comum.

Para uma melhor compreensão das implicações que os obstáculos epistemológicos têm sobre a aquisição do conhecimento científico, realizou-se uma análise na obra de Bachelard. É possível compreender que o conhecimento empírico, proveniente de um realismo ingênuo, constitui-se como resistente obstáculo para o conhecimento científico. Ademais, o conhecimento de senso comum deve ser questionado, ser colocado à prova.

Foram conhecidas também as possibilidades de ensino e aprendizado com o uso de um Planetário, um ambiente não-formal de ensino. Muitos autores apontam que o Planetário apresenta diversas vantagens, tais como: desperta a motivação do aluno, sua curiosidade; facilita a compreensão do universo, dos corpos celestes, sobre a sua organização e composição, entre outros.



Segundo alguns autores, o Planetário possibilita uma aprendizagem significativa dos conceitos de Astronomia, de forma contextualizada e interdisciplinar, abrangendo não somente conteúdos encontrados na disciplina de Física, mas em outras áreas do conhecimento, por exemplo, na História, Geografia, Filosofia, Química, Biologia, Epistemologia, dentre outros. Permite que os alunos possam construir o seu conhecimento a partir de uma nova perspectiva.

À luz do Modelo Contextual de Aprendizagem, que explica que a aprendizagem é influenciada por diferentes contextos, especialmente pelo sociocultural, pessoal e físico, acredita-se que o Planetário, através da atração, interações e experiências que proporciona aos seus visitantes, representa um relevante recurso metodológico para o ensino de Física.

Foi visto que, na história da Astronomia, existiram rupturas entre teorias que buscaram a compreensão do universo. Desse modo, foi possível entender que o desenvolvimento científico não se baseia num avanço linear, muito menos configura-se em algo pronto, acabado. A ciência não é estática, fechada, mas se constitui num processo dinâmico e aberto, e que, a partir de negações, questionamentos, rupturas, é que ela evolui. Essa compreensão é determinante para a formação de um espírito científico.

Nesse viés, acredita-se que o Planetário, por meio de suas inúmeras possibilidades, pode proporcionar um novo olhar ao indivíduo, dele questionar sobre sua origem, a importância de sua existência, assim como de outros corpos celestes. Portanto, esse relevante recurso metodológico poderá causar uma ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento comum e, desse modo, facilitar o ensino de Física, por meio dos conceitos de Astronomia estudados nesse ambiente.

Entretanto, é preciso fazer um alerta, com o intuito de uma adequada utilização do Planetário, é imprescindível que sejam promovidas melhorias na formação inicial e continuada no ensino de Astronomia. Ademais, para uma mudança de postura do professor é necessário que o mesmo realize uma abordagem teórica e metodológica, a fim de potencializar o uso de um Planetário. Caso contrário, as visitas a esses espaços serão tratadas como meros passeios, baseados em senso comum.

REFERÊNCIAS

ABETTI, G. **Historia de la astronomia**. Tradução de Alejandro Rossi. México: Fondo de cultura econômica, 1992.

ASIMOV, I. **História del telescopio**. Tradução de Néstor Míguez. Madrid: Alianza editorial, 1986.



BACHELARD, G. **A epistemologia**. 10 ed. Tradução de Fátima Lourenço Godinho e Mário Carmino Oliveira. Lisboa: Edições 70. 2006.

BRAUND, M.; REISS, M. Towards a more authentic science curriculum: the contribution of out-of-school learning. **International Journal of Science Education**, v.28, n.12, p.1373-1388, Out. 2006.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. Campinas: IG/UNICAMP, 1999, 187 p. Dissertação de Mestrado.

BRETONES, P. S. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra. Universidade Estadual de Campinas. 252 pp. 2006.

ÉVORA, F.R.R. **A revolução Copernicano-Galileana: a revolução Galileana**. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1993b. (Coleção CLE, v.4).

FALK, J.; DIERKING, L. (1992). **The Museum Experience**. Washington, DC: Whalesback Books.

FALK, J.; DIERKING, L. (2000). **Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning**. Walnut Creek, CA: Altamira Press.

FALK, J. H.; STORKSDIECK, M. Learning Science from Museums. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.12 (suplemento), p.117-143, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIDOTTI, C. **Investigando a inserção das tecnologias na formação inicial dos professores de física nas universidades federais do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande. 119 pp. 2014.

IACHEL, G. O conhecimento prévio dos alunos de alunos do ensino médio sobre as estrelas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 12, p. 7-29, 2011

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, Uberlândia, v.7, p.55-66, 2008.

LANGHI, R. **Astronomia nos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Educação para Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru, 370 pp. 2009.

LEÃO, D.S. **Um mini-planetário como alternativa de popularização e aprendizagem de tópicos de astronomia**. Trabalho de Conclusão de Curso, UCB, Brasília, 2009.



LEÃO, D. S.; LARANJEIRAS, C. C.; COELHO, M. F. **Utilização de um mini-planetário de baixo custo:** a arte das projeções celestes para popularização da astronomia no ensino médio. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Manaus, 2011.

LEÃO, D. S. **Astronomia no ensino médio:** um mini-planetário como recurso instrucional para a compreensão da dinâmica celeste. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação. Universidade de Brasília, Brasília, 145 pp. 2012.

LEITE, C. **Formação do professor de ciências em astronomia:** uma proposta com enfoque na espacialidade. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 274 pp. 2006.

LECOURT, D. **Para uma crítica da epistemologia.** 2 ed. Tradução de Manuela Menezes. Lisboa: Assírio e Alvim, 1980.

MALUF, V. J. **A contribuição da epistemologia de Gaston Bachelard para o ensino de ciências:** uma razão aberta para a formação do novo espírito científico: o exemplo na astronomia. Tese (Doutorado em Educação Escolar). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara, 165 pp. 2006.

NEGRÃO, O. B. M. **Especialização em geociências:** análise de uma prática. Campinas: FE/UNICAMP, 1996, 232p. Tese de doutorado.

PLUMER, J. D. **Students' development of astronomy concepts across time.** Doctoral Dissertation, The University of Michigan. 2006.

ROMANZINI, J; BATISTA, I. L. Os planetários como ambientes não-formais para o ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009. 11pp.

SANTANA, A. R. **Concepções dos professores sobre a utilização dos espaços não formais para o ensino de Astronomia.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017.

SIMSON, O. R. M.; PARK, M. B.; FERNANDES, R. S. Educação Não-Formal: cenários da criação. Campinas: Editora da UNICAMP/ Centro de Memórias, 2001.

THORNBURGH, W. R. The role of the planetarium in students' attitudes, learning, and thinking about astronomical concepts (2017). **Electronic Theses and Dissertations.** Paper 2684. Disponível em: <<https://doi.org/10.18297/etd/2684>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** 2002, vol. 24, n. 2, pp 87-96.

Submetido em: 24 de janeiro de 2018.

Aprovado em: 12 de junho de 2018.