

O CASO PLUTÃO E A NATUREZA DA CIÊNCIA: UMA PROPOSTA DE ENSINO BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

PLUTO CASE AND THE NATURE OF SCIENCE: PROPOSAL FOR EDUCATION BASED ON THREE PEDAGOGICAL MOMENTS

Vanessa Nóbrega de Albuquerque¹, Cristina Leite²

¹ Mestranda em Ensino de Ciências da Pós-Graduação Interunidades da USP, vanessan@usp.br

² Universidade de São Paulo/Instituto de Física, crismilk@if.usp.br

Resumo

Alguns pesquisadores apontam que um conhecimento integral da ciência pode promover uma postura mais crítica e menos dogmática em relação a este saber e/ou possibilitar uma relação mais significativa entre aluno-conhecimento (CACHAPUZ et al., 2005). Nesta perspectiva, apresenta-se neste trabalho uma proposta de ensino que procura promover discussões sobre algumas características do fazer científico com alunos do Ensino Médio. Esta é composta de seis atividades que, em conjunto, sistematizam os Três Momentos Pedagógicos - modelo metodológico que procura garantir o uso sistemático da dialogicidade, o que torna possível discutir temas selecionados a partir da problematização das falas dos alunos (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010). A intervenção foi inspirada na mudança de classificação de Plutão, que permite problematizar, por exemplo, a ciência como um processo em construção ou o caráter transitório e temporário do conhecimento científico, ao se estudar os conflitos e divergências que envolveram a nova classificação de Plutão (ALBUQUERQUE, LEITE, 2011). A história da descoberta e classificação dos planetas do Sistema Solar, métodos de determinação de distância, diâmetro e massa dos planetas, a definição de planeta e a reclassificação de Plutão estão entre os temas discutidos ao longo da intervenção. Espera-se que esta proposta contribua para que outros professores problematizem questões sobre a natureza da ciência no Ensino Básico, considerando uma formação pautada na dialogicidade, tanto para promover uma formação mais crítica em relação à ciência, quanto uma postura mais participativa dos estudantes no seu próprio processo de aprendizagem.

Palavras-chave: natureza da ciência, Plutão, Três Momentos Pedagógicos

Abstract

Some researchers suggest that a knowledge more comprehensive about science can promote a more critical and less dogmatic behavior in relation with this and/or enable a more meaningful relationship between student and knowledge (CACHAPUZ et al., 2005). In this perspective, this paper presents a teaching proposal that seeks to promote discussion on some characteristics of scientific work with high school students. This is composed of six activities that, together, try to systematize the Three Pedagogical Moments - methodological model that seeks to ensure the systematic use of dialog, which makes possible to discuss selected topics from the students' thoughts (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010). The intervention was inspired in the change in the classification of Pluto, that allows us to discuss, by studying the conflicts and disagreements surrounding the reclassification of Pluto, for example, science as a process in construction or show scientific knowledge as transitory and temporary (ALBUQUERQUE, LEITE, 2011). The story of discovery and classification of planets in the Solar System, methods of determining distance, diameter and mass of the planets, the definition of a planet and the reclassification of Pluto are among the topics discussed during the intervention. It is expected that this proposal be a contribution to other teachers feel themselves motivated to make discussions about the nature of science in basic education, based on dialog, both to promote a more critical training in relation to science, as to get a more participatory behavior of the students in their own learning process.

Keywords: nature of science, Pluto, Three Pedagogical Moments

1. INTRODUÇÃO

Há muitas divergências entre estudiosos da filosofia da ciência no que diz respeito à caracterização do fazer científico. No entanto, existem alguns elementos que são recorrentes da literatura contemporânea que hoje fundamentam o que significa a ideia de ciência. Entre tais atributos, considera-se o caráter provisório desse conhecimento, que não se origina por simples observação, mas possui uma carga teórica associada à sua construção, sofre influências do contexto social e cultural no qual está inserido e é produzido por atos criativos da imaginação aliado aos métodos da investigação científica (LEDERMAN et al., 2002; CHALMERS, 1990). Tais características da ciência são passíveis de ser discutidas com alunos do Ensino Básico e a inserção de discussões desta natureza no ensino tem sido preocupação de muitos pesquisadores. Alguns apontam que um conhecimento integral da ciência pode promover uma postura mais crítica e menos dogmática em relação a este saber e/ou possibilitar uma relação mais significativa entre aluno-conhecimento (CACHAPUZ et al., 2005). Nesta perspectiva, apresenta-se neste trabalho uma proposta que procura promover discussões sobre algumas características do fazer científico com alunos do Ensino Médio.

A proposta de ensino sugerida se estruturada no modelo metodológico denominado Três Momentos Pedagógicos (3MP), desenvolvido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). O modelo adotado procura garantir o uso sistemático da dialogicidade, o que torna possível discutir temas selecionados a partir da problematização das falas dos alunos. A intenção é tornar o problema proposto significativo para o aluno e o estimular a adquirir um novo conhecimento. O processo dialógico também permite a presença constante de análises e sínteses do conhecimento, expresso nas falas dos educandos e educadores. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010).

Para problematizar a natureza da ciência, propõe-se o uso de temas da astronomia, afinal, trata-se de uma área científica em plena expansão e com grande repercussão na mídia, o que permite que os alunos vivenciem a transitoriedade do conhecimento científico. A intervenção foi inspirada na mudança de classificação de Plutão. Os episódios que envolveram a “definição” para planeta ao longo da história permitem problematizar, por exemplo, a percepção do caráter transitório e temporário do conhecimento científico, ao serem estudadas as mudanças de classificação sofridas por vários corpos celestes ao longo da história, ou também a percepção da ciência como um processo em construção, ao se deparar com os conflitos e divergências que envolveram a nova classificação de Plutão. (ALBUQUERQUE, LEITE, 2011)

Dada tais considerações, apresenta-se a priori, detalhes sobre os Três Momentos Pedagógicos, modelo metodológico que fundamentou a intervenção e, em seguida, traz-se a descrição da proposta de ensino em si. As atividades já foram aplicadas para estudantes do terceiro ano do ensino médio da rede estadual de São Paulo.

2. OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Para o desenvolvimento da proposta de ensino adotou-se como modelo metodológico os Três Momentos Pedagógicos (3MP), denominados *Problematização Inicial*, *Organização do conhecimento* e *Aplicação do conhecimento*. Trata-se de organizadores do trabalho que procuram garantir o uso

sistemático do diálogo. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002). Os 3MP originaram-se da tentativa de se por em prática a *educação problematizadora* de Paulo Freire no contexto da educação formal, que teve como referência três grandes projetos: um desenvolvido na África (na Guiné Bissau), e dois no Brasil (um no Rio Grande do Norte e o outro no município de São Paulo). (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010)

Na *Problematização Inicial (PI)* há a introdução das questões e/ou situações para discussão com os alunos. É o momento que o professor irá estimular os alunos a falar sobre o tema. Nesta etapa o professor poderá compreender a posição dos alunos frente às questões em pauta. A função do professor será fomentar questionamentos mais do que responder e fornecer explicações. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002).

Neste momento problematiza-se o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral a partir de poucas questões propostas, inicialmente discutidas num pequeno grupo, para após explorarem-se as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo. (...) O ponto culminante desta problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado. (DELIZOICOV, 2001, p. 142)

O estudo dos saberes ainda não conhecidos ou bem compreendidos, necessários para o entendimento do tema central e da problematização inicial, ocorre na etapa da *Organização do Conhecimento (OC)*. Neste momento realiza-se o estudo do conteúdo programático (definições, conceitos, relações, leis) que possibilitam um entendimento mais profundo das questões propostas inicialmente. As mais variadas atividades podem ser realizadas para a compreensão dos conceitos selecionados: exposição pelo professor de definições, propriedades, etc., discussões de textos previamente preparados, resolução de problemas e exercícios propostos em livros didáticos, realização de atividades experimentais, entre outras. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002).

O terceiro momento, a *Aplicação do Conhecimento (AC)*, é a síntese do que foi discutido, onde há um retorno às questões iniciais e o emprego dos conceitos aprendidos em outras situações, que podem não estar diretamente ligadas ao assunto inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002).

A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos a ir empregando os conhecimentos na perspectiva de formá-los a articular constante e rotineiramente a conceituação física com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas físicas. Independentemente do emprego do aparato matemático disponível para se enfrentar esta classe de problemas, a identificação e emprego da conceituação envolvida, ou seja, o suporte teórico fornecido pela física é que está em pauta neste momento. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias físicas que deve ser explorado. (DELIZOICOV, 2001, p. 144)

A proposta de ensino apresentada neste trabalho é composta de seis atividades que, em conjunto, sistematizam os 3MP: Atividade I a (PI), Atividades II, III e IV a (OC) e as Atividades V e VI a (AC). A intervenção foi planejada de maneira a garantir a participação do aluno durante todo o processo de ensino-aprendizagem. Para isso, não só a estrutura da proposta se baseia no modelo dos 3MP, como cada atividade que a compõe, de forma que a (PI), a (OC) e (AC) estão presentes, a todo

o momento, em cada atividade. A seção seguinte apresenta a descrição em detalhes da proposta de ensino sugerida.

3. A PROPOSTA DE ENSINO

A Atividade I procura colocar a nova definição de Plutão (planeta-anão) como um problema a ser enfrentado. Além de conhecer o que os alunos sabem sobre este tema, o objetivo deste momento é que os alunos conheçam as controvérsias que envolveram a reclassificação de Plutão e algumas das razões de tais divergências. Na Atividade II procura-se discutir a história da descoberta e classificação dos planetas do Sistema Solar. Este estudo, além de fornecer elementos que permitem compreender como os planetas do Sistema Solar foram observados pela primeira vez, também pode auxiliar na percepção do caráter transitório e temporário do conhecimento científico, que se revela ao se estudar as mudanças de classificação sofridas por vários corpos celestes ao longo da história, conforme o modelo de universo adotado, e a percepção da ciência como um empreendimento construído coletivamente, considerando-se, por exemplo, a importância das contribuições feitas por vários pensadores, entre eles, Copérnico, Giordano Bruno, Galileu, Kepler, Isaac Newton e muitos outros para consolidar as ideias do heliocentrismo. A Atividade III problematiza questões relacionadas aos métodos de determinação de distância, diâmetro e massa dos planetas. Este estudo fornece elementos para se compreender a dificuldade de se observar os planetas mais distantes e se estimar as suas dimensões. Tal entendimento ajuda a compreender as origens das controvérsias relacionadas às medidas de diâmetro e massa de Plutão. A Atividade IV busca uma maior compreensão do Sistema Solar ao se comparar as características de planeta, planeta-anão, asteroides e cometa. Além disso, procura permitir um maior entendimento sobre a importância dos esquemas de classificações na construção do conhecimento científico. A Atividade V procura estimular o aluno a utilizar os conhecimentos adquiridos até o momento para se posicionar em relação à definição de planeta e a classificação de Plutão. E a Atividade VI propõe um momento de auto-avaliação e síntese do que foi discutido ao longo do curso.

Descreve-se a seguir cada uma das atividades em detalhes. Optou-se por apresentá-las agrupadas de acordo com o tema em discussão e mantendo a mesma ordem temporal de sua aplicação.

3.1 Atividade I: Controvérsias sobre o caso Plutão

Sugere-se iniciar o curso questionando o que os alunos sabem sobre Plutão não ser mais considerado planeta. Esta *problematização inicial*, a partir das falas dos alunos, procura estimular questionamentos e o interesse pelo problema.

Em um segundo momento, com o objetivo de *fornecer novos subsídios (OC)* para uma maior compreensão das divergências que envolvem o caso Plutão, propõe-se a leitura de dois textos de divulgação científica, que foram adaptados para fins didáticos, sobre o assunto. Um texto do Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) publicado em 1999 (“O Planeta Plutão”, Boletim da SAB, volume 18, nº 2, 1999, p. 39-42) e outro da revista impressa mensal *Scientific American Brasil* assinado por Steven Soter e publicado em 2007 (“O que é um planeta?”, *Scientific American Brasil*, nº57, 2007, p. 30-37) . A escolha do texto publicado em 1999 se deve ao fato de que sua leitura ilustraria os primeiros discursos controversos sobre o tema, já que naquele ano o assunto percorreu a mídia mundial, tendo em vista a primeira tentativa de mudar a classificação de Plutão pela União Astronômica Internacional (IAU) (MELLO, 1999). Já o texto da *Scientific American*, publicado em

2007, foi selecionado porque este traz informações sobre os novos critérios estabelecidos pela IAU em 2006 para definir um planeta, nos quais Plutão não se enquadra, e algumas das posições contrárias aos novos critérios adotados. Na tentativa de direcionar a leitura e discussão do texto, que pode ser realizado em pequenos grupos, para que os alunos percebam os principais conflitos envolvendo a nova definição de Plutão, elaborou-se um conjunto de questões que solicitam que os estudantes enumerem quais são as controvérsias/discussões em relação a Plutão apresentadas nas reportagens e por que estas divergências aparecem, além pedir que identifiquem os argumentos a favor e contra a nova classificação de Plutão.

Ao final, para construir uma *síntese sobre o assunto (AC)*, os alunos apresentam brevemente os resultados da análise das reportagens para toda a classe. Há elementos que podem não ser abordados pelos alunos e cabe ao professor trazer tais questões para discussão. Apresenta-se na tabela a seguir as situações controversas selecionadas sobre o caso Plutão citadas nas reportagens e qual conhecimento supõem-se ser necessário para o entendimento do problema. Esta pode ser construída com os alunos e esquematizada no quadro negro ao longo da discussão. Os assuntos nela mencionados são temas das próximas atividades. Sendo assim, esta atividade também funciona como problematizadora destes temas.

Tabela 01: Síntese Discussão Atividade I

Controvérsia	Razões	Questões para discussão
Classificar Plutão como planeta, asteroide ou cometa	Diâmetro Massa	Como se observa um planeta? Como se mede a massa e o tamanho de um planeta?
	Ter a Lua Caronte Tamanho de Eris Composição e órbita de Plutão	Quais são os critérios de classificação de planeta, asteroide e cometa?

3.2. Atividade II: Descoberta dos planetas

Para compreender porque os valores da massa e do diâmetro de Plutão variaram ao longo do tempo e porque estas medidas são tão controversas, é necessário compreender como elas foram feitas e as dificuldades de se fazer tais medições. Conhecer como os planetas foram e são observados ajuda a entender como se mede o diâmetro e massa destes corpos celestes. Na tentativa de fornecer elementos para se compreender como os planetas do Sistema Solar foram observados pela primeira vez, a Atividade II propõe o estudo de alguns episódios sobre a descoberta dos planetas.

A princípio, como *problematização inicial*, sugere-se que os alunos tentem responder por que as medidas do diâmetro e da massa de Plutão mudaram ao longo do tempo. Após colocar o problema para os alunos e se discutir que as dificuldades de se fazer tais medições estão relacionadas com a forma como os astros são observados, propõe-se uma conversa sobre a história da descoberta dos planetas. Pode-se iniciar *tal estudo (OC)* contando como alguns planetas (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) já eram conhecidos na antiguidade: pontos de luz se moviam em relação ao demais, aparentemente imóveis. E para que os alunos compreendam melhor esta ideia, propõe-se que eles encontrem, ao comparar fotos do céu impressas do *Stellarium*, o planeta que se move entre as estrelas. Apresenta-se as fotos impressas em transparências para que seja possível uma sobreposição de imagens, de maneira a facilitar a percepção de que as estrelas permanecem na mesma posição do céu, diferentemente do planeta. Também pode-se comentar

sobre as distintas classificações de um mesmo corpo celeste de acordo com o modelo de universo adotado. E mencionar sobre o trabalho de muitos pensadores, entre eles, Copérnico, Giordano Bruno, Galileu, Kepler e Isaac Newton, para que as ideias do heliocentrismo superassem a concepção geocêntrica do universo. É interessante ressaltar que a descoberta de mais planetas no céu, além daqueles já vistos a olho nu, só foi possível com o desenvolvimento de equipamentos de observação, tal como a luneta e o telescópio e explicar como foi prevista a localização de Netuno e Plutão através da Lei da Gravitação Universal. Após esta discussão, *para um retorno às questões iniciais e uma síntese do que foi discutido (AC)*, propõem-se entregar aos estudantes uma transcrição da apresentação realizada pelo professor, acompanhada de questionários que solicitem aos alunos identificar situações que revelem características da natureza da ciência. A intenção dos questionários é chamar a atenção dos alunos para elementos da natureza da ciência que ficam evidentes na narrativa sobre a história das descobertas dos planetas.

3.3. Atividade III: Medidas Astronômicas

Durante a aplicação das duas primeiras atividades descritas anteriormente, foi possível perceber que os alunos tinham pouca noção ou dificuldades de imaginar a dimensão do Sistema Solar e isso os impedia de ter uma melhor compreensão das dificuldades envolvidas na tomada de dados do Sistema Solar. Sendo assim, propõem-se uma atividade que melhor concretize o significado das medidas de distância e diâmetro dos planetas no Sistema Solar (LEITE, 2006). Dessa maneira, sugere-se a construção do Sistema Solar em escala, na tentativa de mostrar a natureza dos valores envolvidos e as dificuldades da ciência em estudar estes objetos e fenômenos em distâncias tão grandes. Como o assunto central é como a ciência determina estas medidas, em seguida, propõe-se a discussão sobre os métodos de determinação de distância, diâmetro e massa dos planetas. Esta atividade fornece elementos para que os alunos compreendam as origens das controvérsias relacionadas às medidas de diâmetro e massa de Plutão.

3.3.1. Construção do Sistema Solar em escala

Em um *primeiro momento*, entrega-se uma tabela com os valores do diâmetro médio e distância média dos planetas ao Sol para que os alunos entrem em contato com estes números (PI). Posteriormente, apresenta-se os cálculos necessários para as conversões de tais valores para uma escala adequada à construção do Sistema Solar e preenche-se a tabela com estas medidas (OC). O *terceiro momento* desta atividade é a construção do Sistema Solar (AC). Acreditamos que apenas a visualização dos valores da tabela não seria suficiente para se construir uma boa noção de suas dimensões.

Através da montagem do Sistema Solar em escala é possível visualizar melhor não apenas as relações de tamanho como as de distância e, assim, o espaço característico do Sistema Solar, tornando possível a compreensão, por exemplo, de como é grande a distância entre os planetas. (LEITE, 2006, p. 90)

Pode-se utilizar massa de modelar para confeccionar as esferas dos planetas, uma bola de isopor para representar o Sol e em um barbante para fazer marcações registrando as distâncias dos planetas. Se a montagem for feita na sala de aula, pode-se sentar em círculo para desenrolar o barbante. Conforme as marcações das posições dos planetas vão aparecendo, insere-se o respectivo planeta na montagem. O ideal é que os próprios alunos confeccionem os planetas e

façam as marcações no barbante. Para facilitar a visualização da distância, é interessante que o Sistema Solar em escala seja montado em espaço aberto.

3.3.2. Determinação das distâncias dos planetas

Após apresentar a montagem do Sistema Solar em escala, promovendo uma melhor compreensão do significado das medidas das distâncias planetárias, coloca-se em discussão o processo de determinação destes valores. Como *problematização inicial* pode-se perguntar aos alunos se imaginem como é possível saber as medidas das distâncias dos planetas em relação à Terra, uma vez que estes astros se encontram tão longe. Em seguida, para trazer subsídios para a compreensão desta questão, uma explicação sobre como estas medidas foram feitas ao longo da história pode ser feita (OC). Pode-se apresentar como Aristarco de Samos conseguiu ter uma noção do quão distante o Sol está da Terra se comparada à distância da Terra-Lua. Em seguida, pode-se discutir o raciocínio utilizado por Copérnico para comparar as distâncias planetárias em relação à distância Terra-Sol. E para finalizar, pode-se estudar o processo de medida de distâncias por paralaxe e radar. Este estudo ajuda a compreender as dificuldades que envolvem as medições astronômicas e a perceber que, além do desenvolvimento tecnológico, foi preciso o desenvolvimento da própria ciência, propondo novas formas de se fazer tais medições para se obter medidas cada vez mais precisas. Para que os alunos pensem na relação entre as distâncias dos planetas e a dificuldade de se fazer estas medições, eles podem ser convidados a refletir, mais uma vez, nas razões das medidas das dimensões de Plutão terem mudado ao longo do tempo (AC).

3.3.3. Determinação do diâmetro dos planetas

O estudo do método de determinação dos diâmetros dos planetas através de medidas angulares também foi considerado na proposta de ensino. Inicialmente pergunta-se aos alunos se imaginam como são feitas as medidas do diâmetro dos planetas (PI). Em seguida, explica-se o raciocínio para se obter estes valores por medidas angulares (OC). Em uma tentativa de promover uma situação em que os alunos apliquem o conhecimento aprendido, é proposto uma simulação da medida do diâmetro de um planeta. Os alunos são convidados a medir, em grupos de 4 a 5 alunos, o diâmetro de um pequeno globo colocado no meio da sala de aula. Para medirem a que distância cada grupo está do globo, os grupos podem utilizar uma fita métrica, e para obter a medida angular correspondente ao diâmetro do globo, pode-se utilizar um transferidor. É importante destacar algumas das limitações desta analogia durante a atividade, dentre elas, que as medidas de distâncias planetárias não são obtidas diretamente, tal como os alunos estão fazendo na simulação, mas pelos métodos de medida estudados, tal como paralaxe ou radar. Além disso, é importante comentar que os planetas não são vistos a olho nu em forma de disco, imagem que nos permite realizar medidas angulares correspondentes ao diâmetro. Daí, a importância dos instrumentos de observação, como os telescópios, para aproximar os planetas de nossa visão, e a necessidade de se compensar tais aproximações nos cálculos realizados. Apesar das limitações da simulação proposta, considera-se a atividade importante, pois esta ajuda a entender as dificuldades que envolvem tais medições, fornecendo elementos para se compreender porque os valores estimados para o diâmetro de Plutão variaram ao longo do tempo.

3.3.4 Determinação do diâmetro e massa de Plutão

Após as discussões sobre alguns métodos de medida de distância e diâmetro dos planetas, é importante a inserção de atividades que forneçam subsídios para se compreender algumas dificuldades inerentes às medições astronômicas e problematizar as peculiaridades referentes às medições do diâmetro e massa de Plutão.

Pode-se iniciar a discussão sobre os métodos de medida do diâmetro e massa de Plutão retomando-se a maneira como são obtidos os valores dos diâmetros dos planetas pelas medidas angulares e questionando aos alunos sobre como eles imaginam que o diâmetro de Plutão foi obtido na época de sua descoberta (PI). Em seguida, apresentam-se os métodos de medições da massa e diâmetro de Plutão (OC) que são feitos atualmente. Pode-se discutir que não foi possível estimar o diâmetro de Plutão através de medidas angulares por limitações tecnológicas: não havia nenhum telescópio que conseguia aproximar a imagem de Plutão o suficiente para que este fosse visto na forma de um disco, imagem que permitiria medir seu tamanho angular. Por isso, outro método de medida foi utilizado para estimar suas dimensões: análise do albedo articulada às hipóteses sobre sua composição. O método de medida do diâmetro de Plutão por Ocultação, método utilizado após a descoberta de Caronte, a maior Lua de Plutão, também pode ser estudado. Na tentativa de promover um melhor entendimento deste fenômeno, propõe-se realizar uma simulação utilizando uma lanterna para representar a luz do objeto ocultado e uma esfera de isopor para representar o corpo celeste em movimento. Em um segundo momento, pode-se problematizar a história das medidas da massa de Plutão. Sugere-se discutir sobre as estimativas teóricas da massa deste astro, realizadas antes mesmo de se confirmar sua existência, baseados na análise da trajetória da órbita de Netuno, a partir da teoria da Gravitação Universal. Em seguida, recomenda-se comentar sobre as novas estimativas realizadas após a descoberta de Caronte, fato que permitiu cálculos mais precisos das dimensões de Plutão. Novas informações (sobre o diâmetro e a massa) que influenciaram fortemente a decisão dos cientistas de (re)pensar a definição de planeta e a classificação de Plutão. Além disso, ainda é possível explicar sobre a descoberta de Éris em 2005, corpo celeste que, na época, teria sido considerado com um diâmetro maior do que o de Plutão, questão que acalorou as discussões a respeito da reclassificação de Plutão. E finalmente, para que os alunos empreguem os novos conhecimentos em outra situação, pode ser solicitado que eles reflitam sobre a precisão ou veracidade das medidas de diâmetro e massa encontradas para Éris (AC).

3.4. Atividade IV: Classificação dos corpos celestes

Classificar Plutão como planeta, asteroide ou cometa está entre as controvérsias relacionadas ao caso Plutão. Para compreender e se posicionar frente a tal polêmica é necessário conhecer as características destes corpos celestes e saber diferenciá-los. Desta forma, foi incluso na proposta de ensino uma atividade que abordasse estas questões.

Para isso, pode-se iniciar a discussão a partir de um levantamento sobre o que existe no Sistema Solar (PI). Em seguida, tenta-se diferenciar os corpos celestes mencionados de maneira que a discussão forneça informações para que os alunos aprendam algumas das diferenças sobre estes corpos celestes. Durante a conversa, para auxiliar na construção de tal diferenciação, algumas imagens de planetas e asteroides podem ser utilizadas. Para se aprofundar no assunto, os

alunos, em grupo, são convidados a classificar alguns corpos celestes em planeta, asteroide, cometa ou planeta anão, conhecendo algumas de suas características: massa, diâmetro, inclinação da órbita em relação à eclíptica e composição química. Também sugere-se que os estudantes explicitem os critérios utilizados para elaborar a classificação (OC). Ao final, para sistematizar o assunto discutido (AC), os grupos podem compartilhar com toda a classe sua classificação e justificativas.

Esta atividade, além de permitir que os alunos conheçam melhor algumas características dos corpos celestes, pode ajudar a entender como se elaboram e a importância dos esquemas de classificações para a construção do conhecimento científico. Supõe-se que este conhecimento forneça elementos para compreender que a mudança da classificação de Plutão é mais que uma questão de classificação, mas também está relacionado à nossa representação e compreensão do Sistema Solar. Afinal, a definição de planeta e a decisão de se manter ou não Plutão nesta categoria reflete como entendemos a natureza planetária e *a arquitetura de nosso e de outros sistemas solares* (STOLER, 2007).

3.5. Atividade V: Definição de planeta

Após os estudos sobre como os planetas foram descobertos/observados ao longo da história, como suas dimensões foram estimadas e sobre as características de alguns corpos celestes, propõe-se uma atividade que retoma a questão inicial da proposta de ensino: a reclassificação de Plutão. Para isso, sugere-se que os alunos, em grupos, elaborem um conjunto de critérios que definam “planeta” e decidam se Plutão se enquadra nestes critérios ou não e por que (PI). Um esquema contendo algumas informações estudadas ao longo das aulas pode ser entregue para auxiliá-los nesta empreitada (OC). Em um segundo momento, dois grupos, a princípio, podem ser sorteados ou escolhidos para apresentarem suas ideias para a classe e fornecer elementos para um debate. Após o debate, a classe decide e discute qual deve ser o melhor critério para a classificação de planetas (AC). Após a votação, o professor pode apresentar como este processo ocorreu na Assembléia da IAU e finalizar, construindo uma síntese dos temas discutidos ao longo do curso.

3.6. Atividade VI: Avaliação Final

Ao término das atividades pode ser aplicado um questionário com o propósito de mapear a compreensão dos alunos sobre as razões da mudança da classificação de Plutão e verificar se mudaram suas concepções em relação à transitoriedade da ciência e ao grau de confiabilidade atribuído a este saber após vivenciarem a intervenção. Este, além de investigar tais questões, também pode solicitar que os alunos apresentem sua opinião sobre uma notícia de jornal que informa que cientistas confirmaram, após medirem a massa de um corpo celeste descoberto em 2010, que este era, de fato, um exoplaneta. A intenção desta última colocação é estimular os alunos a empregar os conceitos estudados em outra situação que envolve a medição das dimensões de um corpo celeste muito distante e sua classificação a partir dos dados obtidos. Para finalizar, também pode ser solicitada uma redação na qual os alunos contem o que aprenderam ao longo do curso. O esforço para escrever a redação pode ajudar a retomar os temas discutidos e a sintetizar o conhecimento estudado.

Apresentamos a seguir a Tabela 02, contendo cada uma das atividades da proposta de ensino, o momento pedagógico e o principal objetivo a elas associado, além do tempo previsto para sua realização, de forma a oferecer um panorama do curso proposto.

Tabela 02: Síntese da Proposta de Ensino

Proposta de Ensino				Aulas
MP	Atividades	Descrição	Objetivo	
PI	Controvérsias sobre o caso Plutão	(PI) Questionamento sobre o assunto (OC) Leitura de dois textos não didáticos sobre o caso Plutão (AC) Apresentação dos resultados da análise dos textos	Conhecer o que os alunos sabem sobre a nova classificação (planeta-anão) para Plutão. Conhecer as controvérsias que envolveram esta reclassificação e algumas das razões de tais divergências.	1
OC	Descoberta dos planetas	(PI) Questionamento sobre a mudança das medidas das dimensões de Plutão (OC) Discussão sobre a história da descoberta dos planetas do Sistema Solar e da definição de planeta. (AC) Leitura de texto-síntese e resolução de questionário sobre a descoberta dos planetas.	Introdução do problema: por que as medidas das dimensões de Plutão variaram ao longo do tempo. Diferenciar planetas de estrelas comparando fotos do céu (impressas do Stellarium) de mesmo dia e mês e anos distintos. Conhecer como os planetas do Sistema Solar foram descobertos. Perceber que os corpos celestes eram ou não considerados planeta de acordo com o modelo de Universo vigente (geocêntrico ou heliocêntrico). Retomar a discussão sobre a história da descoberta dos planetas e identificar as situações que revelam o caráter transitório do conhecimento científico e a ciência como um empreendimento coletivo. Mapear se os alunos perceberam o papel da teoria na descoberta dos planetas.	2
		Sistema Solar em escala (PI) Contato com os valores do diâmetro médio e distância média dos planetas ao Sol (OC) Estudo dos cálculos para conversão dos valores para uma escala adequada (AC) Construção do Sistema Solar em escala	Conhecer e concretizar o significado das medidas de distância e diâmetro dos planetas no Sistema Solar.	2
	Medidas Astronômicas	Distâncias dos planetas (PI) Questionamento sobre como se realiza as medidas das distâncias dos planetas. (OC) Explicação sobre o assunto (AC) Retorno a questão inicial: razões das medidas das dimensões de Plutão terem mudado ao longo do tempo	Conhecer métodos de medida de distância dos planetas utilizados ao longo da história. Compreender as dificuldades que envolvem tais medições.	1
		Diâmetro dos planetas (PI) Questionamento sobre como se realiza as medidas do diâmetro dos planetas (OC) Explicação sobre o assunto (AC) Simulação da medida do diâmetro de um planeta	Conhecer como se calcula o diâmetro dos planetas através de medidas angulares. Compreender as dificuldades que envolvem tais medições.	1
		Diâmetro e massa de Plutão (PI) Questionamento sobre os métodos de medida do diâmetro e massa de Plutão (OC) Discussão sobre o assunto (AC) Análise sobre as dimensões de Éris	Conhecer como foram feitas as estimativas do diâmetro e massa de Plutão ao longo do tempo. Fornecer elementos para a compreensão da origem das controvérsias sobre a classificação de Plutão.	1
	Classificação dos corpos celestes	(PI) Levantamento sobre o que existe no Sistema Solar (OC) Diferenciação dos corpos celestes (AC) Classificação dos corpos celestes às escuras e debate	Conhecer algumas das características e diferenciar os seguintes corpos celestes: asteroides, cometa, planeta e planeta-anão. Compreender como se elabora e a importância dos esquemas de classificações para a construção do conhecimento científico.	2
AC	Definição de planeta	(PI) Elaborar proposta para definir planeta (OC) Entrega de um esquema com informações estudadas ao longo do curso (AC) Debate	Síntese do que foi discutido. Utilizar os conceitos aprendidos para se posicionar em relação à reclassificação de Plutão.	2
	Avaliação Final	(AC) Questionário investigando as concepções dos alunos em relação à transitoriedade da ciência e ao grau de confiabilidade atribuído a este saber. Além de uma questão solicitando a opinião dos alunos sobre uma notícia que informava que cientistas confirmaram, após medirem a massa de um corpo celeste descoberto em 2010, que este era, de fato, um exoplaneta.	Mapear a compreensão dos alunos sobre as razões da mudança da classificação de Plutão. Verificar se há mudança da posição dos alunos em relação à transitoriedade da ciência e ao grau de confiabilidade atribuído a este saber. Estimular os alunos a empregar os conceitos aprendidos em outra situação que envolve os mesmos conhecimentos estudados.	1
		(AC) Redação sistematizando o que aprendeu ao longo do curso	Momento de auto-avaliação em que os alunos registraram o que aprenderam ao longo do curso.	1

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A partir da análise de um episódio controverso e atual da ciência, algumas características desse saber ficam evidentes. Tal como seu caráter transitório, temporário e inacabado (empreendimento em processo de construção). Além de revelar a natureza cooperativa do trabalho científico. A problematização destas questões no ensino pode tornar os estudantes menos dogmáticos e mais críticos em relação a este saber, minimizando a atribuição, com dimensões exacerbadas, de uma autoridade à ciência. Ao trazer a proposta de ensino estruturada nos 3MP, apresenta-se uma possibilidade de atividade fundamentada na dialogicidade, que pretende garantir a participação ativa do aluno durante todo o processo de ensino-aprendizagem, além de possibilitar a presença constante de análises e sínteses do conhecimento, expresso nas falas dos educandos e educadores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, V; LEITE, C. O caso Plutão e a natureza da ciência. – In: ATAS DO XIX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – XIX SNEF. Manaus, 2011.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; AMPARO, V. **A necessária renovação no ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CHALMERS, A. **A fabricação da ciência**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. Problemas e Problematizações. In: PIETRECOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

LEADERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.L.; SCHAWARTZ, R. S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. **Journal of research in science teaching**, vol 39, NO. 6, PP. 497-521, 2002.

LEITE, C. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. Tese. São Paulo: USP, 2006.

MELLO, S. O planeta Plutão. **Boletim da SAB**, vol. 18, nº 2, 1999.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico – Em: ATAS DO XII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – XIIIEPEF. Águas de Lindóia, 2010.

STOLER, S. O que é um planeta. **Scientific American Brasil**, nº 57, 2007.