

UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE O SISTEMA SOLAR PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA

A teaching proposal about the Solar System for Basic Education

Maikon Barbosa de Araujo [mikhaelaraujo@hotmail.com]

*CEEMTI “Prof. Fernando Duarte Rabelo”, Secretaria Estadual de Educação (SEDU), Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)
ES, Brasil*

Sérgio Mascarello Bisch [sergio.bisch@ufes.br]

*Departamento de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis) da
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
ES, Brasil*

Recebido em: 30/08/2023

Aceito em: 19/12/2023

Resumo

Observamos um crescente interesse por parte dos alunos da Educação Básica por temas relacionados à Astronomia, contribuindo para isso a ampla divulgação da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). Também é marcante a presença de temas de Astronomia em textos oficiais que se referem ao currículo da Educação Básica, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Novo Ensino Médio. Isso nos motivou à proposição de sequências didáticas voltadas para o ensino de Astronomia na Educação Básica. Organizamos as aulas em sequências didáticas de acordo com temas relacionados ao Sistema Solar, iniciando com uma aula expositiva e reflexiva, contada como aula zero, permitindo que os alunos se expressem e discutam, interagindo socialmente, valorizando o momento, permitindo-lhes buscar uma forma de expressão, além de lhes serem apresentados questionamentos que permitam um levantamento de seu conhecimento prévio e possíveis concepções alternativas, relacionadas ao senso comum. Em seguida propomos sequências didáticas que tornem o aprendizado potencialmente significativo, buscando promover não apenas aprendizagens conceituais, mas experiências investigativas que motivem ao aluno se aprofundar e seguir no aprendizado de Astronomia. Esperamos que as sequências didáticas possam servir para outros professores e alunos como material de estudos em disciplinas eletivas, dentro da proposta do Novo Ensino Médio, diante dos componentes da parte diversificada. As sequências propostas objetivam não apenas um resultado quantitativo, de contribuir para a participação de vários estudantes nas olimpíadas de Astronomia, mas também um resultado qualitativo, buscando estimular e promover experiências de envolvimento e protagonismo por parte dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, eletivas, OBA, aprendizagem significativa, Sistema Solar.

Abstract

We observed a growing interest on the part of Basic Education students in topics related to Astronomy, which was contributed by the wide dissemination of the Brazilian Astronomy and Astronautics Olympiad (OBA). There is also a strong presence of Astronomy themes in Brazilian official texts that refer to the Basic Education curriculum, such as the National Common Curricular Base (BNCC) and the New High School. This motivated us to propose didactic sequences aimed at teaching Astronomy in Basic Education. We organize the classes in didactic sequences according to themes related to the Solar System, starting with an expository and reflective class, counted as class zero, allowing students to express themselves and discuss, interacting socially, valuing the moment, allowing them to seek a way of expression, in addition to being presented with questions that allow a survey of their prior knowledge and possible alternative conceptions, related to common sense. Next,

we propose didactic sequences that make learning potentially meaningful, seeking to promote not only conceptual learning, but investigative experiences that motivate the student to deepen and continue learning Astronomy. We hope that the didactic sequences can serve other teachers and students as study material in elective disciplines, within the New High School proposal, in view of the components of the diversified part. The proposed sequences aim not only at a quantitative result, to contribute to the participation of several students in the Astronomy Olympics, but also a qualitative result, seeking to stimulate and promote experiences of involvement and protagonism on the part of students in the teaching and learning process.

Keywords: Teaching Astronomy, electives, OBA, meaningful learning, Solar System.

INTRODUÇÃO

Após algumas experiências ofertando aulas de Astronomia, em paralelo com a disciplina da base comum, observamos o crescente interesse por parte dos alunos em participarem de olimpíadas relacionadas a este tema, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), e de aprenderem conteúdos relacionados ao Sistema Solar e outros fenômenos astronômicos. Isso nos motivou a elaborar uma proposta de ensino envolvendo o desenvolvimento de sequências didáticas com foco no ensino da Astronomia do Sistema Solar para a Educação Básica. Porém não nos apoiamos somente em motivações pessoais, pois é papel do professor, como mediador do conhecimento e segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC),

[...] exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

A BNCC ainda especifica alguns dos temas básicos de Astronomia a serem abordados ao longo de todo o Ensino Fundamental, desde os anos iniciais, e, no Ensino Médio, indica que:

Em **Vida, Terra e Cosmos**, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente (Brasil, 2018, p. 549).

Percebemos dessa forma que, além da motivação pessoal, fomos incentivados pelos nossos alunos e agregamos os documentos oficiais como justificativas para o desenvolvimento de projetos de ensino de Astronomia para a Educação Básica. Em outro âmbito, parece haver um consenso entre os pesquisadores da área da Educação em Astronomia de que não deveria haver questionamentos a respeito de justificativas sobre por que e para que se deve ensiná-la, sendo que a pergunta mais adequada seria: por que não se ensinar Astronomia de forma contínua ao longo da Educação Básica?

Pesquisadores, como Soler e Leite (2012) e Leite et al. (2021), já se dedicaram a uma investigação com o intuito de poderem elencar possíveis justificativas para o ensino de Astronomia na Educação Básica, considerando que grande parte dos pesquisadores e educadores dessa área se preocupam, de alguma forma, em citar algumas justificativas quando desenvolvem uma sequência didática, ou pesquisam sobre o impacto de algum método de ensino aplicado à Astronomia. A partir de uma extensa revisão bibliográfica de material voltado para o ensino e pesquisa sobre o ensino de Astronomia, quatro motivos principais são apontados por esses autores: “Despertar de sentimentos e

inquietações; Relevância sócio-histórico-cultural; Ampliação de visão de mundo e conscientização; e Interdisciplinaridade” (Soler & Leite, 2012).

Dessa forma, observamos que o ensino de Astronomia na Educação Básica não se justifica somente pelo interesse por parte de professores e alunos, além dos subsídios dos textos oficiais, mas também existem outras justificativas, igualmente relevantes, relacionadas a diversos contextos qualitativos: promoção de interação social entre alunos, criação de vínculos culturais, despertar um encantamento que motive uma aprendizagem significativa, contextualização histórica, interdisciplinaridade e formação plena do aluno como cidadão inserido em uma sociedade onde a Ciência influencia cada vez mais o modo de vida sob diversos aspectos.

Outro fator relevante no processo de ensino e aprendizagem, além da motivação e pré-disposição, é o material didático com o qual se pretende trabalhar, de maneira que, ao buscar um material literário que ajudasse na formulação das aulas de Astronomia, observamos situações semelhantes com as indicadas em pesquisas como as

[...] conduzidas por Langhi (2011), Bisch (1998) e Leite (2006), que apontam diversas dificuldades no ensino de temas a ela associados na Educação Básica: a persistência de diversas concepções alternativas, em desacordo com a visão científica; que o conhecimento apresentado por estudantes e professores da Educação Básica costuma ser marcado por concepções realistas ingênuas, chavões e dificuldades de compreensão das relações espaciais envolvidas nos fenômenos; que, em geral, o ensino de temas de Astronomia se dá de maneira excessivamente livresca, fragmentada, baseada apenas no livro didático e desvinculado de atividades práticas, como a observação do céu ou da realização de oficinas com modelos tridimensionais que permitam uma aprendizagem significativa acerca da espacialidade dos fenômenos astronômicos (Silva & Bisch, 2020, p. 28).

Por esse motivo percebemos a relevância da elaboração de material educativo cuja metodologia de ensino fosse baseada em uma teoria de aprendizagem. Nesse sentido, percebemos que a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel seria muito adequada à forma como a qual pretendíamos construir nosso produto educacional e aplicá-lo em sala de aula, pois sempre usamos aquilo que nossos alunos já sabem para conduzir as aulas e estimular seu aprendizado, mesmo que de uma forma intuitiva, sendo esta a base da TAS. Segundo Moreira, a aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe (Moreira, 2012). O conhecimento prévio relevante, que pode ancorar o novo ou uma nova informação adquirida, é algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já significadas (Moreira, 2006).

Após a construção do material potencialmente significativo, elaboramos um projeto junto à escola, ofertando nossa disciplina na forma de eletiva, contando inicialmente com trinta e cinco alunos, sendo que as disciplinas tipificadas como eletivas são disciplinas que não fazem parte da base comum, mas pertencem ao currículo junto à parte diversificada, de livre escolha dos alunos. Segundo a Secretaria Estadual da Educação (SEDU), elas

[...] possibilitam a ampliação, o aprofundamento e o enriquecimento do repertório de conhecimentos dos estudantes, além de dar oportunidade à experimentação e à diversificação do currículo. As aulas são preparadas para que o estudante possa interagir com o conteúdo de forma ativa e participativa (SEDU, 2021).

Por esse motivo, tivemos uma seleção de alunos pré-dispostos a aprender e com interesse, mesmo que sem experiência, em Astronomia.

Como um dos objetivos de pesquisa, nossa proposta de ensino pretendia verificar se, ao final da aplicação das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), obteríamos indícios de

aprendizagem significativa pelos alunos. Para verificar esses indícios avaliamos os alunos continuamente de maneira qualitativa e quantitativa. Qualitativa através dos diálogos, expressões e registros das atividades práticas dos alunos, e quantitativa através de testes conceituais breves que tiveram seus resultados comparados com o teste final. Pretendíamos iniciar um projeto de médio a longo prazo na escola, proporcionando aos alunos a oportunidade de terem uma sequência contínua de estudos introdutórios sobre ciências e Astronomia, que lhes permitisse, além da apropriação de conhecimentos, modificar hábitos e terem acesso à possibilidade de se aprofundarem, após a conclusão do Ensino Médio, em nível acadêmico e profissional.

1. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DAS UEPS

1.1 ORGANIZAÇÃO GERAL DA PROPOSTA

As UEPS foram organizadas em uma apostila com onze capítulos, seguindo um padrão de sequências didáticas. Ela foi disponibilizada por meio de um link de acesso à sala virtual do *Google Classroom*, criada exclusivamente para a disciplina, além de compartilharmos o arquivo em formato pdf no grupo de *WhatsApp* criado com a mesma finalidade, para diálogo e compartilhamento de materiais e informações sobre a disciplina. Os alunos participantes foram matriculados de maneira espontânea, após uma semana de divulgação do projeto e inscrições para as quarenta vagas ofertadas, preenchidas com trinta e cinco alunos.

No início de cada capítulo da apostila há um teste conceitual, visando o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Existe também, no mínimo, uma atividade prática em cada capítulo, podendo ser uma dinâmica de grupo, um debate ou uma proposta de observação, usando como ferramenta de auxílio o *software Stellarium*, que será mais detalhado a seguir na descrição do material. A organização lógica do conteúdo abordado foi baseada em uma visão espacial das principais regiões do Sistema Solar, da mais interna até a mais externa, buscando situar nossa posição nesse sistema, organizando os planetas segundo suas regiões e destacando assim suas principais características, como a existência de atmosfera, presença de satélites naturais, principais movimentos e as principais missões exploratórias de pesquisa. Porém vale ressaltar que o foco principal da proposta consistiu na prática e na iniciação à observação do céu, uma vez que o planeta tema da aula era usado como subsunçor para sua posterior identificação no céu. Sempre que possível, portanto, os dados (livrescos) apresentados não eram o enfoque principal, mas um complemento.

No início de cada aula, eram aplicados os testes *online*, através do *Google Forms*, cujo link era disponibilizado pelo professor no grupo de *WhatsApp* da disciplina, onde alunos acessavam e respondiam durante os 15 primeiros minutos das aulas. O resultado das respostas era imediatamente visto pelo professor, assim como as estatísticas, por se tratar de um recurso do *Google Forms*, isso possibilitava observar seus possíveis conhecimentos prévios e a existência de possíveis concepções alternativas dos alunos. Para tornar isso possível, as perguntas foram formuladas baseando-se em padrões de concepções alternativas observados em experiências de outros educadores da área, relatados em material bibliográfico, e em nossas próprias observações em práticas anteriores.

1.2 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS E SEÇÕES

O produto educacional utilizado consistiu em uma apostila com onze capítulos principais e quatro capítulos no apêndice (Figura 01), todos subdivididos em seções. Podemos resumi-lo em temas principais:

- 1- **Introdução:** Aula Zero, em que é apresentado o material para os alunos, e mais dois capítulos iniciais, nos quais é apresentada uma discussão histórica sobre o Geocentrismo e o Heliocentrismo, concluindo com o enunciado das Leis de Kepler.
- 2- **Classificação das regiões do Sistema Solar:** Capítulo 4, apresenta a organização espacial do Sistema Solar, classificando suas principais regiões, inclusive trazendo uma breve discussão sobre a sua zona habitável, as condições para que receba essa classificação, considerando sob quais circunstâncias considera-se possível a sustentabilidade da vida, abordando, em paralelo, uma discussão sobre a sustentabilidade da vida no planeta Terra.
- 3- **Sistema Solar Interior:** Nos capítulos 5, 6 e 7, são abordados os planetas terrestres, suas características relevantes e mencionadas as missões exploratórias a Mercúrio, Vênus e Marte. É importante ressaltar que a exploração espacial, além de contribuir para o desenvolvimento tecnológico, enriquece nossa visão com respeito a esses mundos e contribui de forma substancial com imagens que usamos didaticamente, contribuindo para tornar nosso material instrucional potencialmente significativo;
- 4- **Sistema Solar Exterior:** Nos capítulos 8 e 9, são abordados os planetas jovianos e suas principais características, é feito um paralelo com os planetas terrestres, comparando sua composição e estrutura, além de diferenciar quais podem, ou não, ser observados a olho nu;
- 5- **Região Transnetuniana:** Compreende o capítulo 10, onde se destaca seus principais objetos, sua imensidão e se discute a respeito dos motivos para a classificação dos planetas anões. Destacamos também que nem todos os planetas anões estão nessa região, ponderando que Ceres também é um planeta anão e se encontra entre as órbitas de Marte e Júpiter, porém é citado nessa seção somente devido ao fato de se enquadrar no grupo;
- 6- **Sol:** No capítulo 11, como sequência didática, trazemos formação do Sol como uma estrela, a relevância da sua massa que determina sua maior influência gravitacional no Sistema Solar, dados sobre suas características, sua evolução, citando a missão da NASA, *Parker Solar Probe*, como um meio importante para se obter mais informações sobre seu comportamento.
- 7- **Teste:** No capítulo 12, finalizando as sequências, é apresentado um novo teste conceitual, para coleta de dados e comparação com as respostas apresentadas pelos alunos no início da execução do projeto. Essa aula tem também a função de aula integradora, onde os alunos podem fazer comparações entre suas novas respostas e as anteriores, onde também é possível comparar os índices de acertos neste teste final com os do teste inicial, fazendo uma análise quantitativa de indícios de aprendizado dos alunos.
- 8- **Apêndices:** São três seções com diferentes temas, a título de curiosidade e complemento, com a primeira sendo histórica, contando a forma com que Eratóstenes mediu a circunferência da Terra. O segundo tópico traz um breve capítulo sobre as leis de Newton e a gravitação. No último é apresentada uma demonstração matemática da equação da elipse, fazendo referência à forma geométrica das órbitas dos planetas, enunciada na primeira lei de Kepler.

Na Figura 01, apresentamos a capa e o início do capítulo 7 do produto educacional, onde é possível ver o padrão em que as UEPS foram organizadas, com o teste no início, a atividade prática e em seguida as aulas expositivas.



7 Aula 05

Marte, o planeta vermelho



Figura 49 – Marte. Fonte: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA), <https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_85.html>, acesso em 20/04/2021

RESPONDA ÀS QUESTÕES

1. Foi descoberto recentemente ou é conhecido há muito tempo?
2. É possível vê-lo sem ajuda de telescópios?
3. Comparando os tamanhos de Marte e a Terra, qual é maior?
4. Possui atmosfera?
5. É um planeta quente ou frio, em comparação com as temperaturas da Terra?
6. Possui satélites naturais? Se sim, quantos?
7. Olhando a imagem ao lado, onde aparece o polo sul marciano, você é capaz de dizer a composição do gelo que aparece?
8. Conhece algo sobre sua exploração? Se alguma sonda ou robô já pousou nele, se existem satélites artificiais em sua órbita?

Atividade Prática Observando o planeta Marte

Como tarefa, abra o *Stellarium*, já devidamente calibrado com suas coordenadas, e procure o dia e horário em que o planeta Marte estará mais facilmente localizável em sua região. Assim como fizemos nas atividades de observação de Mercúrio e Vênus, marque esse dia, convide amigos, parentes e vá observar para conferir. Tire fotos, compartilhe com quem puder e convide para aprender mais sobre o planeta e sobre Astronomia.

Na figura 50, obtida usando o *Stellarium*, podemos observar que o planeta Marte ficará bastante visível no céu próximo à Lua e ao planeta Vênus, no dia 24 de Abril, a partir das 18:30, próximo a Noroeste, neste ano de 2023. A seta vermelha indica Marte, o círculo verde ao lado direito marca as duas principais estrelas da constelação de Gêmeos, Castor e Pólux, respectivamente as estrelas alpha e beta e a seta azul claro, logo um pouco abaixo

Figura 01. À esquerda, capa do produto educacional. À direita, imagem de exemplo do início de um dos capítulos da apostila (o capítulo sete) com teste conceitual e atividade prática.

1.3 MÉTODO DE APLICAÇÃO DO MATERIAL

I) Na primeira aula deve-se promover um diálogo ou questionário com os alunos, levantando o que pensam sobre a relevância da Astronomia e suas experiências anteriores. Cada capítulo traz um teste básico em seu início, que se tornará prática padrão em todas as aulas seguintes. Seu objetivo é permitir que o professor possa usá-lo como forma de levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, podendo ser aplicado diretamente com o material, solicitando que o aluno responda às questões. Isso pode ser feito de forma oral, mas com risco de insucesso, por inibir alguns alunos mais tímidos e, quando uma resposta for adotada como correta, poderá influenciar os demais, sendo repetida, atrapalhando o objetivo da aplicação das questões, que é o levantamento dos conhecimentos prévios do aluno individualmente. Uma outra forma alternativa muito eficiente é a virtual, por meio de um formulário do *Google* ou *Quiz*, onde o aluno responde e o professor fica com o registro das respostas, obtendo também dados estatísticos. Essa foi a maneira que escolhemos durante nossas aulas, elaborando uma série de questionários relacionados ao tema de cada aula e liberando os *links* para os alunos sempre nos primeiros 15 minutos. Assim pudemos ter acesso de forma rápida às respostas, delineando qual seria a melhor forma de abordar os conteúdos para aquela aula.

II) A tarefa seguinte da UEPS é uma atividade prática, diferenciada para cada capítulo, podendo ser um debate ou uma oficina. Nos capítulos cujo tema é um planeta que pode ser observado a olho nu, a atividade prática será a sua localização no céu, como uma introdução à observação. Esse foi um dos nossos principais objetivos da proposta, promover a iniciação dos alunos para que “aprendam a olhar para cima”, criando um distanciamento do ensino livresco, conforme comentado anteriormente. Nas atividades de observação, o professor pode usar o *Stellarium* com os alunos. Para isso, ele deverá auxiliá-los na instalação e configuração do *software* em seus celulares ou computadores. Em seguida,

localizar uma data e um bom horário em que o planeta a ser estudado esteja visível, preferivelmente próximo à Lua, para auxiliar sua localização. Os alunos farão individualmente sua observação, sendo solicitado que tentem tirar fotos e façam uma comparação com o que é indicado no *software*.

III) No retorno ao ambiente de sala de aula, deve ser feito um momento integrador, relacionando os conhecimentos prévios dos alunos com a atividade prática.

IV) Ao final de cada aula deverá ser reservado um momento para discussão e questionamentos por parte dos alunos, principalmente permitindo-lhes que reconsiderem as respostas do questionário inicial. É interessante, então, promover uma nova oportunidade para responderem, sendo um momento oportuno para o professor fazer uma reconciliação integradora do subunçor planeta com as imagens obtidas e com as novas informações.

V) A avaliação do aprendizado por meio dos testes deve ser concomitante à aplicação do material. Cabe também ressaltar a importância de se aplicar um teste final, que poderá servir como aula integradora. Para sua elaboração, buscamos questões da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), facilitando sua validação. Além dessa avaliação mais quantitativa, por meio dos testes, a observação qualitativa do envolvimento dos alunos nas aulas, sua disposição em aprender e a possibilidade de desenvolverem algumas iniciativas além do solicitado, também deve ser feita e pode fornecer indícios importantes sobre a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

VI) A avaliação da proposta deve se dar de forma contínua, observando o envolvimento dos alunos com as atividades, a percepção da evolução do seu conhecimento, permitindo que o professor faça correções na rota sempre que achar necessário. Ao terminar as UEPS, deve-se fazer um questionário de pesquisa de ordem qualitativa, permitindo que os alunos expressem seu ponto de vista sobre a experiência de estudos. Com essas informações, pode-se observar indícios com relação ao material utilizado ser, ou não, potencialmente significativo.

O produto educacional, com essa proposta de ensino, pode ser aplicado em escolas de Ensino Médio em tempo parcial ou em tempo integral, como material auxiliar em aulas de Astronomia, ou como uma forma de incentivo ao estudo de Ciências em disciplinas eletivas, propostas pelo currículo do Novo Ensino Médio, adequando-se à modalidade de Pensamento Científico e Criativo (SEDU, 2020). Foi possível escolhermos aplicá-lo desta forma por meio do projeto de uma disciplina eletiva desenvolvida na escola da rede pública estadual, o Centro Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral (CEEMTI) “Professor Fernando Duarte Rabelo”, localizado no município de Vitória, Espírito Santo, onde um dos autores possui o cargo de professor efetivo.

2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Mesmo com as UEPS previamente elaboradas, não ficamos presos ao material, mas durante todo o tempo procuramos meios para observar a motivação e o empenho dos alunos, lembrando que eles são o motivo principal da proposta e se pretende promover uma aprendizagem significativa, de maneira que, ao longo da aplicação, readequamos a dinâmica das aulas de acordo com o comportamento apresentado pelos alunos.

Para facilitar a comunicação e o compartilhamento dos materiais de estudo, criamos uma sala de aula virtual no *Google Classroom*, cadastramos todos os trinta e cinco alunos que faziam parte da disciplina e lhes disponibilizamos o acesso. Aqueles que podiam usavam seus próprios celulares e aqueles que, por algum motivo, não podiam, usaram os *Chromebooks* da escola. Os testes eram postados como atividades no mural da sala de aula virtual através dos *links* dos formulários. Também criamos um grupo de *WhatsApp* para compartilhamento dos *links* das atividades, avisos e compartilhamento de fotos de registros das atividades sugeridas.

Por se tratar de uma disciplina eletiva, onde geralmente não há atribuição de notas e nem a possibilidade de reprovação (e lamentamos o fato de existir esse motivo para que uma disciplina seja levada a sério), observamos uma morosidade dos alunos em responder aos questionários em casa. Adotamos, então, a tática de aplicar os testes sempre nos quinze minutos iniciais da aula, inclusive auxiliando os alunos que apresentavam dificuldades para respondê-los. Como os questionários não eram extensos, pudemos observar praticamente em tempo real as entregas das respostas dos alunos e ir lendo-as uma por uma. Isso nos permitiu observar alguns conhecimentos prévios dos alunos, possíveis concepções alternativas e, dessa forma, termos um direcionamento sobre como conduziríamos a aula.

As atividades práticas de observação foram solicitadas com maior frequência pelo *WhatsApp*, devido ao fato de ser um bom recurso de compartilhamento de imagens. O *Stellarium* era usado como guia para os alunos encontrarem o melhor horário e dia para observarem, além de permitir que eles comparassem o que estavam observando com a imagem do aplicativo. Muitos postavam suas fotos no grupo, incentivados pelos colegas, promovendo também uma boa interação entre os alunos (Figura 2). Com isso, percebemos um aumento gradual da motivação para eles observarem e fazerem um



Figura 02: Registro do planeta Vênus feito por uma aluna com seu celular no dia 18/04/2023, 18:30 h.

registro fotográfico, buscando obter uma boa imagem. Mesmo sem ser solicitado diretamente nas atividades, mas por iniciativa própria, devido à motivação crescente, alguns alunos já começaram a localizar algumas das constelações mais conhecidas, reconhecendo-as por suas principais estrelas. Houve relatos de alunos que expressaram curiosidade ao observar, pesquisaram no *Stellarium* e compartilharam sua experiência com o grupo. Outro fato interessante foi uma mudança espontânea que ocorreu com relação à orientação inicial da proposta da atividade, que era a de buscar no *Stellarium* o objeto da observação e conferir no céu, a qual mudou para a de observar um astro no céu e depois buscar pelo seu nome e identificação no aplicativo, ampliando assim sua experiência prática.

As disciplinas eletivas possuem um momento de culminância, no qual é apresentado para a comunidade escolar o que foi feito na disciplina, porém, além da apresentação na data solicitada pela escola, houve dois outros momentos que podem ser considerados como culminantes: a realização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), na escola, e uma sessão com os alunos no Planetário de Vitória, com tema relacionado ao da disciplina.

A avaliação das UEPS foi feita com a observação do envolvimento dos alunos durante o período de curso da eletiva, além da aplicação de um questionário final na forma de *Quiz*, com premiação, durante a visita ao Planetário. Com ele pudemos avaliar também se haviam indícios de aprendizagem significativa dos alunos, comparando as porcentagens dos acertos com as respostas anteriores. Outro recurso de avaliação das UEPS foi um questionário aplicado pela própria escola, onde os alunos espontaneamente faziam uma avaliação da disciplina cursada, à qual tivemos acesso e baixamos para registro e análise.

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste momento ainda estamos analisando os dados coletados, avaliando os registros de participação e buscando indícios de aprendizagem dos alunos, não sendo ainda possível fazer considerações definitivas, mas é notável que houve um grande engajamento também da parte deles. Ocorreu uma aproximação entre todos, criando um senso de grupo, sendo este um ponto bastante positivo com relação às interações sociais. Portanto, analisando qualitativamente as postagens das fotos das observações e as conversas dos alunos, percebemos, como educadores, que o aprendizado por interação social, a criação de vínculos entre alunos e professor/alunos foi importante. Consequentemente, vários alunos solicitaram, através do questionário avaliativo das eletivas, feito pela equipe pedagógica da escola, que continuássemos com o projeto, expandindo os temas de estudo sobre Astronomia, demonstrando interesse por atividades práticas que também envolvessem cálculos relacionados à Astrofísica e a medidas de observação, desde que eles estivessem dentro do seu nível de ensino. Esses comentários foram muito interessantes e relevantes para nossas conclusões, pois tínhamos intencionalmente evitado formalismos matemáticos, fórmulas e cálculos, optando em nossas sequências didáticas por uma abordagem mais conceitual.

Aproximadamente 90% do grupo de 35 alunos que frequentaram a disciplina não tinham contato com a observação, e verificamos, ao longo das aulas, que todos eram capazes de reconhecer facilmente as fotos de praticamente todos os planetas e tinham a compreensão da posição de suas órbitas. Cerca de 95% dos alunos possuíam uma razoável noção a respeito de quais planetas possuíam satélites naturais, quais são gasosos ou terrestres e as ordens de tamanhos. Usamos esse reconhecimento das fotos e posição de suas órbitas como subsunçor, a atividade de observação como uma diferenciação progressiva e o reconhecimento daquele planeta no céu, relacionando-o com sua foto, como uma reconciliação integradora. Promovemos também uma mudança, em alguns alunos, da concepção alternativa de que todos os objetos vistos no céu à noite são estrelas, exceto a Lua. Percebemos que parte desse conhecimento de certos dados e imagens aparentavam evidências de um conhecimento prévio promovido apenas a partir de um contato superficial com a literatura e imagens de planetas, com nenhuma ou muito pouca relação com a prática, sendo então uma experiência inédita para muitos alunos e uma surpresa para alguns, a possibilidade de poderem reconhecer alguns planetas a olho nu. Após a aplicação das UEPS, observamos o aumento de alunos que relatavam hábitos de observação e reconhecimento dos planetas e algumas constelações, demonstrando um nível razoável de familiaridade com a prática da observação.

Apresentamos aos alunos uma noção mais ampla do Sistema Solar, não somente no sentido espacial, mas também com relação à existência de outros objetos além de somente planetas, como planetas anões e objetos transnetunianos, modificando a noção sobre os limites do Sistema Solar.

Quanto à participação na OBA, tivemos uma quantidade considerável de inscrições, demonstrando uma grande mobilização da comunidade escolar, tanto na divulgação quanto no incentivo aos alunos em participarem, porém, como o dia da prova não foi um dia letivo e sem disponibilidade do passe de transporte escolar da Secretaria de Educação, houve uma quebra muito grande na relação de inscritos e participantes. Mesmo assim, tivemos quase 50% de participação dentre os previamente inscritos, totalizando duas salas inteiramente ocupadas para a prova. Como resultado quantitativo, as notas dos alunos da eletiva foram, em média, maiores do que alguns que participaram sem ter alguma preparação prévia, com uma aluna obtendo medalha de bronze em sua primeira edição e dois alunos sendo convidados para a seleção da equipe para as edições internacionais, lembrando que esta foi a primeira edição na escola.

Em nosso levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, pudemos perceber diversas concepções alternativas equivocadas oriundas do senso comum e que estão em desacordo com a visão científica. Dentre algumas observadas, podemos destacar:

- A visão de que só existem planetas e o Sol no Sistema Solar;
- Que a reclassificação de Plutão como um planeta anão é pejorativa e o reduz em significância quanto aos outros planetas do Sistema Solar;
- Equívocos relacionados à dissociação entre a possibilidade de observação dos planetas no céu e sua representação por fotos, de maneira que muitos apresentavam indícios de acreditar que os “objetos brilhantes” vistos no céu eram somente estrelas, com exceção da Lua;
- Percepção de Mercúrio como planeta mais quente do Sistema Solar, devido à posição de sua órbita;
- A noção espacial equivocada, apresentada por um pequeno número de alunos, mas existente, de que as estrelas vistas no céu também fazem parte do Sistema Solar.

Ainda estamos observando se havia indícios de concepção alternativa com respeito à imagem dos cientistas, de que os principais nomes da revolução do heliocentrismo “nasceram prontos” e suas descobertas foram imediatas e instantâneas, desconsiderando todo o longo processo histórico de construção do método científico e a aceitação do novo modelo.

Ao comparar algumas informações dos testes, as concepções prévias e aprendizagens evidenciadas no decorrer da implementação da proposta e ao seu final, encontramos indícios de mudanças e aparente superação de algumas concepções alternativas:

- Ao final, praticamente todos os alunos apresentaram o conhecimento de que é possível ver planetas a olho nu;
- Aproximadamente 85% dos alunos passaram a reconhecer Vênus como o planeta mais quente do Sistema Solar, enquanto nos testes iniciais 60% dos alunos mencionaram ser Mercúrio;
- Aproximadamente 80% dos alunos acertaram as questões do teste que enumeravam os objetos presentes no Sistema Solar, apresentando uma mudança positiva quanto à sua percepção do tamanho e composição do Sistema Solar.

Ainda estamos analisando os dados quantitativos dos testes iniciais, confrontando-os com o teste final. Temos observado através dos diálogos dos alunos no grupo de WhatsApp, criado para o projeto, relatos externalizando mudanças de hábitos quanto à observação do céu durante sua participação na eletiva. Cerca de dez alunos, assiduamente, compartilhavam suas fotografias dos planetas, mencionando que passaram a realizar observações mais frequentes do céu, envolvendo, inclusive, o reconhecimento de constelações.

4. CONCLUSÃO

Incentivamos aos alunos que participaram da eletiva, nesse primeiro trimestre do ano de 2023, que continuassem a cursar a disciplina, como veteranos, contribuindo na progressão do conteúdo ensinado, desenvolvendo neles o hábito de estudar Astronomia, de maneira que aqueles que aprenderam a observar alguns planetas e constelações continuassem a progredir de forma cumulativa.

Nesse sentido, iniciamos uma segunda etapa da eletiva, com o nome de OBA II, Efemérides, introduzindo pequenos cálculos, adequados ao nível de conhecimento dos alunos, realizando algumas atividades do livro “As ferramentas do Astrônomo: O que medimos, como medimos e o que aprendemos” (Fernandes Jr.; Kanaan & Gomes, 2002), abordando outros temas relacionados à Astronomia, não limitados ao Sistema Solar. Essa permanência de alunos veteranos, em um número considerável, aparenta ser mais um indício de que nosso material desenvolvido foi potencialmente significativo. Aproximadamente 20% dos alunos da primeira etapa continuaram neste segundo

momento, demonstrando a persistência do interesse em Astronomia e evidenciando que tiveram uma aprendizagem que foi significativa.

Pretendemos ofertar a disciplina eletiva em outros semestres, esperando que continue havendo interesse dos alunos, criando uma tradição de estudos em Astronomia na escola CEEMTI “Prof. Fernando Duarte Rabelo”. Nosso maior objetivo não é somente obter resultados e medalhas em olimpíadas, mas despertar uma consciência de longo prazo nos alunos, participar da sua formação como um todo e incentivar o interesse pelo conhecimento científico, além de trazê-los para reflexão sobre nosso lugar no Universo, nossa dimensão diante do Cosmos e, ao mesmo tempo, como somos únicos enquanto indivíduos que fazem parte desse grandioso Universo.

Todo o material desenvolvido para o Produto Educacional continuará disponível, já havendo compartilhamento com outros professores que usaram partes dele em suas aulas. O material não será dado como finalizado, sendo constantemente atualizado, expandindo seu conteúdo com relação aos temas de Astronomia, não se limitando somente ao Sistema Solar. Isso será feito à medida em que houver acúmulo de experiências pedagógicas, além de disponibilidade de tempo para planejamento e elaboração de novas sequências didáticas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PPGEnFis/UFES, ao MNPEF pela oportunidade de divulgação do nosso trabalho, aos nossos professores, equipe e colegas do Polo 12. Maikon Barbosa de Araujo agradece à FAPES pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, Ministério da Educação. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>.
- Fernandes Jr., R. C., Kanaan, A. & Gomes, J. M. S. de M. (2002). *As ferramentas do Astrônomo: O que medimos, como medimos e o que aprendemos*. Florianópolis: Observatórios Virtuais, Vitae. Disponível em <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/ferramentas.pdf>.
- Gama, L. D., e Henrique, A. B. (2010). Astronomia na sala de aula: por quê? *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n.9, 7-15.
- Leite, C., Huaman, R. P., Silva, A. C., & Santos, R. G. (2021). Importância e justificativas para o Ensino de Astronomia na Educação Básica: um olhar para as pesquisas. In *Actas Electrónicas del XI Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2021* (p. 153-156), Lisboa, Portugal. Disponível em https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf.
- Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*, Brasília: Universidade de Brasília, UnB.
- Moreira, M. A. (2012). O que é afinal Aprendizagem Significativa? *Curriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa*, n. 25, p. 29-56. Disponível em <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>.

- SEDU – Secretaria Estadual de Educação. (2021). *Escolas realizam ações por meio das disciplinas Eletivas*. Vitória, ES. Disponível em <https://sedu.es.gov.br/Not%C3%ADcia/escolas-realizam-acoes-por-meio-das-disciplinas-eletivas>.
- SEDU – Secretaria Estadual de Educação (2020). *Categoria: (CG02) Pensamento científico crítico e criativo*. Vitória, ES. Disponível em <https://blogteca.sedu.es.gov.br/novoensinomedio/category/bncc-eletivas/cg02-pensamento-cientifico-critico-e-criativo/>.
- Silva, T. P., & Bisch, S. M. (2020). Nossa posição no Universo: Uma proposta de sequência didática para o Ensino Médio, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 29, 27-49.
- Soler, D. R., & Leite, C. (2012). Importância e justificativas para o ensino de astronomia: um olhar para as pesquisas da área. In *Atas do II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia – II SNEA 2012* (p. 370-377). São Paulo, SP.