

ATIVIDADES PREPARATÓRIAS PARA OLIMPÍADA DE CONHECIMENTO E MOSTRA CIENTÍFICA ATRAVÉS DE UM PROJETO DE ENSINO: UM RELATO DE PRÁTICA PEDAGÓGICA

Érico Kemper*

Resumo: Com o objetivo de estimular estudantes do ensino médio de uma instituição federal de ensino a ampliar o interesse nos estudos e os índices de aprendizagem na área da Ciências da Natureza, desenvolveu-se um projeto de ensino que abordou conteúdos de Astronomia, Física e Astronáutica. Seu propósito foi a preparação para a realização da prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica e a participação nas atividades da Mostra Brasileira de Foguetes. Desse modo, o presente trabalho relata o planejamento e as atividades desenvolvidas no referido projeto, bem como os resultados e as experiências ali vivenciadas com os estudantes em ambiente além da sala de aula. O planejamento e a organização do material instrucional e das atividades práticas, assim como sua aplicação e desenvolvimento, tiveram o embasamento nas teorias da aprendizagem de David Ausubel e Lev Vygotsky. Certifica-se que as atividades proporcionaram aos presentes momentos de interação social, aprendizagem, diversão e expectativa. Além disso, houve um número expressivo de alunos premiados com medalhas na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica e na Mostra Brasileira de Foguetes, levando ao reconhecimento de que a ação de ensino desenvolvida foi exitosa.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Ensino de Astronomia. Foguetes de garrafas pet.

1 Introdução

A Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) são eventos de abrangência nacional que ocorrem em paralelo e têm sido realizados anualmente pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB). Esses dois eventos são destinados aos alunos de todos os anos do ensino fundamental e médio e propõem, conforme preconizado pela comissão organizadora, fomentar o interesse dos jovens pelas áreas de Astronomia, Astronáutica e ciências afins, além de promover a difusão dos conhecimentos básicos de uma forma lúdica e cooperativa.

No *Campus* Canoas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRS), foi ofertado um conjunto de atividades práticas e estudos na forma de projeto de ensino, intitulado “Astronomia e Astronáutica na Escola”, o qual teve o propósito de preparar os estudantes do ensino médio integrado para a obtenção de resultados significativos na OBA e na MOBFOG.

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Canoas. Mestre em Ensino de Física (UFRGS).

A comissão organizadora dos eventos distribui aos professores representantes da OBA e da MOBFOG as circulares contendo informações e instruções de todas as etapas dos eventos. Além disso, disponibiliza um manual de atividades práticas, com apelo de que sejam realizadas com os participantes, com orientações detalhadas para seu desenvolvimento.

No formato de projetos de ensino, o IFRS - *Campus* Canoas participou da OBA e da MOBFOG nas últimas cinco edições realizadas. Muitas medalhas, entre bronze, prata e ouro, foram conquistadas pelos nossos alunos em todos esses anos. Da mesma forma, em todos os anos, tivemos ao menos uma equipe convidada para participar da Jornada de Foguete, um evento de abrangência nacional que reúne as equipes que tiveram lançamentos com alcances destacados na MOBFOG. Nossos alunos tiveram, nesse período, participação em três Jornadas; em duas, a instituição não conseguiu verbas para cobrir as despesas dos envolvidos.

No que tange aos estudos teóricos e às atividades práticas, buscamos planejar, preparar e organizar os materiais, fundamentando-os na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1962) e na teoria da interação social de Vygotsky (1998) como fatores primordiais no processo da aprendizagem. A fundamentação teórica que norteou a proposta e o desenvolvimento da ação pedagógica é apresentada de forma sucinta, com o intuito de dar uma visão geral acerca do tema, destacando conceitos diretamente relacionados a experiências pedagógicas voltadas ao ensino de Física.

2 Embasamento teórico da prática pedagógica

Os resultados da aplicação do Programa Internacional de Avaliação do Alunos (PISA), realizada em 2015, mostram a precária situação do desempenho escolar em Ciências da Natureza e Matemática da educação básica no Brasil. Dos 70 países avaliados, a situação do Brasil mostra-se alarmante: 63º lugar em Ciências da Natureza e 65º lugar em Matemática (ELEVA EDUCAÇÃO, 2018). Além disso, os professores dessas áreas reconhecem que, de modo geral, os alunos vêm demonstrando falta de interesse e dificuldades de aprendizagem nas escolas de ensino médio. Isso coloca um desafio a todos os envolvidos com educação: estimular os estudantes em seus processos de ensino-aprendizagem para elevar a qualidade da educação desse país.

2.1 Os conteúdos da ação pedagógica e os Parâmetros Curriculares Nacionais

Todas as atividades do projeto de ensino foram desenvolvidas no contraturno, fora do horário regular das aulas. Porém, ao verificarmos os conteúdos trabalhados durante os encontros



do projeto, percebemos que não se trata de um estudo separado e isolado; pelo contrário, fica evidente que podemos considerar vários conteúdos como reforço e aprofundamento daqueles vistos em sala de aula do ensino médio.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio Mais (PCNEM+) são um conjunto de orientações educacionais destinado a professores e demais educadores que atuam em escolas do ensino médio, com o objetivo de facilitar a organização do trabalho no ambiente escolar. No volume dedicado às Ciências da Natureza e Matemática (BRASIL, 2006), podemos constatar que, ao longo do processo educativo, pretende-se desenvolver, no sujeito, saberes e habilidades de “observar, experimentar e investigar o mundo” num “sentido maior, com a identificação de relações mais gerais e com a introdução de modelos explicativos específicos da Física, promovendo a construção das abstrações, indispensáveis ao pensamento científico e à vida” (BRASIL, 2006, p. 62).

Além disso, conteúdos de Astronomia, Astronáutica e Cosmologia são imprescindíveis para se adquirir “uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar” (BRASIL, 2006, p. 71). Essa perspectiva pode ser alcançada por meio da apresentação aos estudantes de temas para o acompanhamento, a admiração e a compreensão, por exemplo, da formação do sistema solar, da vida, da evolução das estrelas, bem como das conquistas espaciais e das descobertas de novos sistemas planetários.

Dessa forma, podemos destacar vários conteúdos e temáticas desenvolvidos durante o projeto de ensino no IFRS – *Campus* Canoas, os quais são comuns aos propostos nos PCNEM+, a saber: os movimentos da Terra, da Lua e do Sol e suas relações para a descrição de fenômenos astronômicos; interações gravitacionais e as Leis dos movimentos planetários, de cometas, de naves e satélites; as teorias e modelos propostos para a origem e evolução do Universo; medidas de distância na astronomia; discussão de hipóteses de vida fora da Terra; as Leis do movimento de Newton; entre outros. Isso demonstra que as atividades da ação pedagógica desenvolvida reforçam ou aprofundam competências também esperadas no currículo do ensino médio.

2.2 A aprendizagem significativa e os organizadores prévios

Temas de Astronomia, Astronáutica e Cosmologia geralmente são de grande interesse não só para adolescentes e jovens, mas para o público em geral (MEES, 2004). A abordagem desses temas proporciona ricas discussões acerca do desenvolvimento científico e tecnológico produzido pela humanidade ao longo de sua história, além de despertar grande interesse em



relação aos enigmas da vida e do Universo. Esse interesse fica evidente através dos questionamentos levantados pelos estudantes durante as aulas, bem como da participação e da motivação por eles manifestadas quando temas relacionados são apresentados.

Quando o conteúdo é potencialmente revelador, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (apud MOREIRA, 1999a), temos uma importante condição necessária para que a aprendizagem significativa ocorra: a predisposição do aluno para aprender. Dado o estímulo, o sujeito aprende quando novas ideias e informações fazem sentido e são assimiladas e isso só acontece na medida em que há uma interação dessas informações com ideias, proposições e conceitos claros e especificamente relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (2012), podemos caracterizar a estrutura cognitiva de um indivíduo como o sistema mental no qual se processa, pela organização e pela integração, o conjunto de ideias acerca de uma área de conhecimento. Na aprendizagem significativa, a nova informação interage com o conhecimento existente na estrutura cognitiva do sujeito.

Novas ideias e conteúdos só podem ser aprendidos quando sua organização lógica interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e presentes na estrutura cognitiva, funcionando, dessa forma, como “âncora” para novas ideias, conceitos ou proposições. Para isso, é necessário encontrar significado no que é ouvido ou experimentado. O significado potencial do conteúdo é outra importante condição necessária para que a aprendizagem significativa ocorra. Durante o processo da aprendizagem significativa, não só a nova informação, mas também conceitos relevantes do conhecimento preexistente na estrutura cognitiva podem sofrer modificações pela interação de ambos.

Porém, no dia a dia das aulas de ciências, os professores, muitas vezes, deparam-se com situações em que os estudantes não têm conhecimentos prévios em suas estruturas cognitivas sobre determinados conteúdos abordados. Para essas situações, Ausubel (apud MOREIRA, 1999a) propõe uma solução através do uso de organizadores prévios. Esses são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem significativa de determinado conteúdo novo do qual o estudante não tem ideia, não tem conhecimento inicial ou não consegue estabelecer relações entre o conteúdo novo e o conhecimento prévio em sua estrutura cognitiva. Assim, a função do organizador prévio “é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber a fim de que o novo material possa ser aprendido de maneira significativa”, uma forma de “âncora provisória para a nova aprendizagem” (MOREIRA, 2012, p. 2).



Para prática em sala de aula, é necessário realizar um delineamento para as atividades que levam em conta os conceitos que o aluno já possui, ou seja, suas concepções prévias, e dar atenção ao conteúdo e à estrutura cognitiva do estudante, procurando “manipular” ambos. O material instrucional deve ser planejado a partir da análise conceitual do conteúdo, para identificar conceitos, ideias e procedimentos básicos, com o intuito de buscar a melhor forma de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo a ser abordado, com base nos aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz. Devem ser previstos materiais introdutórios para serem apresentados antes do conteúdo principal, os quais procuram relacionar o que o aluno já sabe e o que ele deve saber, a fim de consumir a aprendizagem significativa do novo material (MOREIRA, 1999a, p. 155).

2.3 A importância do lúdico e da interação social no processo educativo

O conhecimento sobre um objeto é produto da interação que o indivíduo estabeleceu sobre o objeto para incorporá-lo em sua estrutura cognitiva. É uma busca por interiorizar algo que está fora do sujeito, no seu entorno. Um objeto é algo concreto, já o conhecimento sobre ele é abstrato; este é uma aproximação da natureza real do objeto, a mais próxima possível, que depende do sujeito. Aprender significa interagir para incorporar o meio em sua estrutura cognitiva. Nesse contexto, Rolim, Guerra e Tassigny (2008) destacam que, para a criança, o brincar é a forma essencial de interagir e assimilar o ambiente concreto que a rodeia. Portanto, o “brincar é importante em todas as fases da vida, mas na infância ele é ainda mais essencial: não é apenas um entretenimento, mas, também, aprendizagem” (ROLIM; GUERRA; TASSIGNY, 2008 p. 177). Vale ressaltar ainda que “o brincar vai despertar aprendizagens que se desenvolverão e se tornarão parte das funções psicológicas consolidadas do indivíduo” (ROLIM GUERRA; TASSIGNY, 2008 p. 179).

Contudo, os estudantes do ensino médio são adolescentes e não mais crianças. Nessa faixa etária, a experiência do lúdico nas atividades de sala de aula pode ser um facilitador do processo de ensino e aprendizagem, contribuindo efetivamente para o desenvolvimento e a reconstrução do conhecimento. Assim, as atividades de construção e de lançamento de foguetes de garrafas pet, realizadas pelos alunos que participam da MOBFOG, são potencialmente lúdicas e estão integradas no desenvolvimento do projeto de ensino que aqui estamos relatando. Essas atividades são desenvolvidas, conforme regulamento da comissão organizadora da MOBFOG, em equipes de até três alunos. Os participantes devem, primeiramente, apropriar-se da parte teórica da construção, do funcionamento e do lançamento de foguetes de garrafas pet,



nos moldes propostos pelo regulamento do evento. A partir desses conhecimentos, os participantes, em grupos, confeccionarão, testarão e lançarão seus foguetes.

De acordo com a teoria de Vygotsky (apud MOREIRA, 1999b), a aprendizagem e o desenvolvimento são resultados da interação social entre indivíduos. O conhecimento social, histórico e cultural é transmitido pela troca de informações entre os indivíduos através do compartilhamento de diferentes experiências e conhecimentos, tanto em aspectos qualitativos como quantitativos. A interação social promove a aquisição de significados, manifestada, dentre outras formas, através de palavras, que são signos linguísticos. A assimilação ou a internalização dos signos é imprescindível para o desenvolvimento humano e ocorre nas manifestações entre os participantes em grupo.

Para internalizar os signos, o ser humano tem que captar os significados já compartilhados socialmente, ou seja, tem que passar a compartilhar significados já aceitos no contexto social em que se encontra, ou já construídos social, histórica e culturalmente. (MOREIRA, 1999b, p. 113).

Portanto, é em torno da relação de signos e significados que se estabelece o conhecimento do sujeito. Reconhecendo a relevância das relações sociais no desenvolvimento cognitivo, podemos afirmar que atividades pedagógicas planejadas para serem realizadas em grupo entre os alunos e com a mediação do professor são importantes ferramentas no processo educacional. “As interações em sala de aula são fundamentais para a formação do aluno, pois, tendem a promover uma troca significativa de conhecimentos e experiências, as quais influenciam os processos de maturação cognitiva de cada um” (NASCIMENTO; AMARAL, 2012 p. 577).

Estamos certos de que os alunos participantes da Mostra Brasileira de Foguetes experimentaram intensas trocas sociais, pois estava imposto o desafio de determinar, em seu time, os parâmetros do seu foguete para que alcançasse grande distância.

3 O desenvolvimento e as dinâmicas das atividades

O projeto de ensino teve como público alvo alunos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFRS – *Campus* Canoas, os quais foram motivados a se inscrever e participar do projeto através de uma explanação realizada nas turmas, em sala de aula, salientando os objetivos e as finalidades da ação de ensino. Os alunos tinham a liberdade de participar ou não das atividades, sendo a escolha determinada pelo interesse de cada um. Os cursos técnicos integrados têm duração de quatro anos, mas participaram efetivamente os alunos dos três primeiros anos. Desse grupo, podemos considerar um universo de cerca de 230 estudantes. Em



termos quantitativos, o projeto iniciou com 45 alunos presentes. Desses, 28 alunos participaram da maioria dos encontros, 9 alunos estiveram em aproximadamente 50% dos encontros e 8 alunos tiveram participação esporádica. Vinte e cinco alunos realizaram a prova da OBA e 24 alunos fizeram lançamentos oficiais para a MOBFOG.

É importante esclarecer que nem todos os alunos que participaram da maioria das atividades realizaram a prova da OBA; nem todos os participantes que fizeram foguetes e os testaram fizeram lançamentos oficiais para concorrer a medalhas. Por outro lado, vários outros fizeram lançamentos oficiais e realizaram a prova da OBA. Com isso, é possível perceber que o interesse e o objetivo de participar das atividades do projeto foram diversos.

3.1 O desenvolvimento das atividades

Iniciamos as atividades abordando os movimentos diurno e anual do Sol. Acreditamos que nessa etapa, questionamentos como “o Sol nasce sempre no mesmo lugar?” E “o Sol nasce sempre no mesmo horário?” São de grande relevância como reflexão inicial e motivação para introduzir o tema. Alguns dos presentes mostraram dúvidas sobre essas perguntas porque nunca haviam observado nada a respeito. Todavia, dialogando sobre as evidências de que o nascer e o ocaso do Sol mudam com o passar dos dias e das semanas, conjectura-se à possibilidade de o lugar no horizonte onde o Sol nasce e se põe também mudar em diferentes épocas do ano. Na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1962), consideramos essa etapa inicial, a dos questionamentos acerca do lugar e do horário do nascer e do ocaso do Sol, de aplicação dos materiais conhecidos, como “organizadores prévios”.

Feito isso, encaminhamos os estudos dos conceitos de equinócios e solstícios. Para tal atividade, levamos um globo físico de 30 cm de diâmetro e fizemos uso do software Stellarium¹, um simulador celeste. Com o globo, abordamos a questão da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao seu plano de translação, a demarcação do equador, dos trópicos, dos círculos polares e dos polos. Durante a exposição, destacamos que o alinhamento do eixo de rotação da Terra em relação às estrelas permanece inalterado ao longo do ano, e a inclinação desse eixo é a responsável pela demarcação das linhas sobre o globo, conhecidas como equador, trópicos e círculos polares. Salientamos ainda que essa inclinação, juntamente com o movimento de translação da Terra ao redor do Sol, é o que ocasiona as estações do ano. O Stellarium é um sofisticado software que simula o céu diurno e noturno de forma bastante

¹ O Stellarium é um software livre de astronomia que simula o céu com muito realismo. Disponível para download em <https://stellarium.org>.



realista, permitindo a visualização de astros oficialmente catalogados a partir de qualquer posição sobre a Terra. Além disso, é possível fazer visualizações da abóboda celeste para qualquer tempo passado, presente e futuro apenas escolhendo uma data e um horário. Todas as funcionalidades do Stellarium fazem dele uma ferramenta de inestimável potencial didático no ensino de Astronomia.

As imagens das simulações foram projetadas em uma tela com um projetor multimídia. Verificamos, através das simulações, o comportamento do nascer e do ocaso do Sol quanto a sua posição e seu horário, numa sequência de dias ao redor das datas dos equinócios e dos solstícios. Ativando as grelhas equatorial e azimutal, simulamos o movimento do Sol, da Lua, das estrelas e das constelações a partir do horizonte Leste, onde esses objetos nascem, até o horizonte Oeste, onde eles se põem, comparando o ângulo desses movimentos em relação a uma reta vertical naquele horizonte com a latitude onde o observador se localiza, bem como o movimento desses astros na direção dos pontos cardeais Norte e Sul. As grelhas aqui referidas são linhas imaginárias semelhantes aos paralelos e aos meridianos no globo terrestre, porém projetadas no céu para localizar o astro na abóboda celeste. Na grelha equatorial, as linhas meridianas se cruzam no prolongamento dos polos terrestres e, na grelha azimutal, essas linhas se cruzam no zênite, isto é, na vertical do local do observador, indicando sempre o meio do céu. Também fizemos um tour virtual pelas constelações, o que instigou vários participantes a fazer observações à noite, a céu aberto. Porém, os detalhes dessas atividades são apresentados na seção seguinte.

Fizemos um estudo dos eclipses lunares e solares, sempre ilustrando de forma prática as posições relativas entre o Sol, a Terra e a Lua em termos de alinhamentos e distâncias entre eles, que não são constantes devido ao fato de as órbitas da Terra e da Lua serem elípticas. Por essa razão, podemos ter eclipses do Sol, que são anulares e totais de durações variáveis, além da superlua, um fenômeno comumente divulgado na mídia.

Apresentamos também os procedimentos adotados na realização das primeiras medidas para a determinação do tamanho da Terra, da Lua e da distância Terra-Lua, com base nos roteiros descritos em materiais em sites de Astronomia, realizados pelos astrônomos da Grécia Antiga, Hiparco de Niceia (c.190-c.120 a.C.) e Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.). Hiparco determinou o tamanho da Lua em relação ao da Terra através da duração de um eclipse lunar e da aplicação da geometria básica (LOPES, 2014). Conhecida a relação entre o tamanho da Lua e da Terra foi possível, também por uma simples relação de geometria, determinar a distância Terra-Lua. Assim como o tamanho da Lua, a distância Terra-Lua também foi determinada por

Hiparco em relação ao diâmetro ou raio terrestre, com pouca margem de erro em relação às medidas atuais. Eratóstenes determinou o tamanho da Terra (MENDES; LUNAZZI, 2002) pelo comprimento da menor sombra formada por uma estaca vertical sobre o chão plano, na cidade de Alexandria, no dia do solstício de junho. A menor sombra, na situação descrita, ocorre exatamente ao meio dia solar, quando o Sol se encontra na elevação máxima daquele dia. Ele também sabia, por anotações, que, em outra cidade no Egito, a sul de Alexandria, era possível ver o Sol refletido pela água no fundo de um poço. Essa observação só é possível porque o Sol está na vertical daquele lugar. Relacionando, então, o ângulo com que o Sol se encontra da vertical em Alexandria, através da medida da sombra formada pela estaca, pode-se determinar matematicamente, de forma muito simples, a partir de uma figura esquemática, o tamanho da Terra, considerando-se, é claro, que ela é esférica.

No dia 19 de março de 2018, determinamos a inclinação do Sol ao meio-dia solar. Para a realização dessa tarefa, simulamos, precedentemente, no Stellarium, a passagem do Sol pelo meridiano local, a fim de saber o horário exato da ocorrência do meio dia solar e realizar a tomada das medidas. Elas foram obtidas pela observação da sombra formada a partir de uma pequena barra de madeira colocada horizontalmente em um canto vertical, devidamente escolhido, da estrutura da torre que abriga as caixas d'água da instituição.

Essa barra avança cerca de 5 cm além do canto e sua sombra forma uma linha inclinada, de fácil verificação, sobre uma das paredes da torre - aquela que tem orientação muito próxima da direção norte-sul, conforme pode ser visto na Figura 1. A extrapolação da linha da sombra projetada na parede até a calçada, destacada pela linha preta interrompida, permite medir o 'comprimento da sombra', isto é, a distância do ponto vertical abaixo da barra e sobre a calçada, que coincide com o canto daquela parede, até o ponto onde a sombra toca a calçada, medida sobre esta, demarcada pelo segmento x (Figura 1).

Figura 1 – A esquerda, uma foto das sombras formadas na parede. A direita, a posição da barra, sua sombra projetada e as referências das medidas utilizadas para determinação do ângulo de inclinação.



Fonte: Kemper, 2018.

Com essa medida e a da altura do sarrafo ao piso, representada na Figura 1 por y , aplicamos a relação trigonométrica da tangente para calcular o ângulo de inclinação da sombra observada, encontrando o valor de 29° . Esse ângulo também corresponde à inclinação do Sol em relação à vertical. Como era um dia antes do equinócio, sabemos que o Sol está muito próximo da vertical sobre o equador terrestre e, por isso, o valor da inclinação dos raios solares, oriundos do Sol ao meio-dia, corresponde também à latitude do local onde foi feita a medida.

O IFRS – *campus* Canoas fica a poucos quilômetros do paralelo 30° , localizado no aeroporto internacional Salgado Filho de Porto Alegre, corroborando com boa precisão o resultado obtido pelo grupo. Podemos reconhecer que essa atividade é potencialmente pedagógica porque ela trabalha vários conceitos de astronomia e de localização já estudados anteriormente, fazendo com que os alunos construam significativamente a aprendizagem desses conceitos porque já possuem conhecimentos prévios em suas estruturas cognitivas.

No decorrer do projeto, foram realizadas muitas outras atividades além daquelas descritas acima. Contudo, vamos apenas apresentar, de forma bastante direta, os tópicos e os temas efetivamente estudados ao longo do projeto, saber: as diferenças conceituais entre os modelos de mundo geocêntrico e heliocêntrico; as Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal, partindo de uma abordagem histórica; as Leis de Newton e o campo gravitacional; a órbita de Satélites; a teoria de foguetes; o lançamento de foguetes com dois ou mais estágios; o programa espacial brasileiro.

Para reforçar os assuntos abordados, organizamos listas de exercícios elaboradas a partir de questionários e exercícios de livros de física, de questões anteriores da OBA e outras elaboradas especialmente para esse fim que, ao longo dos encontros, foram resolvidos em grupos pelos alunos.

3.2 A Construção dos foguetes de garrafas PET

Construir, testar e lançar um foguete é uma atividade lúdica com significativa capacidade de envolver os jovens. A maioria dos participantes do projeto tem uma expectativa considerável acerca das atividades relacionadas à MOBFOG: construir e lançar seus foguetes de garrafas PET a uma distância maior possível.

Para o desenvolvimento dessa etapa, realizamos, primeiramente, um estudo teórico, através de aulas expositivas, com materiais ilustrativos sobre foguetes a fim de abordar conceitos de massa, peso, força de arrasto, empuxo dinâmico, sustentação, aerodinâmica, centro

de pressão e centro de massa. Esses conceitos estão presentes em foguetes que lançam satélites ao espaço e também em foguetes feitos com garrafas PET.

Assim, a equipe que trabalhar da melhor forma com tais conceitos em seus protótipos tem boas chance de realizar lançamentos com grandes alcances. Através de vários modelos de foguetes prontos e usados em edições anteriores do projeto, damos sugestões e orientações necessárias para que os alunos consigam construir seus foguetes com boas expectativas de sucesso nos lançamentos. A Figura 2 apresenta os modelos levados nos encontros das atividades de construção de foguetes.

Figura 2 – Modelos dos foguetes de garrafas PET levados nos encontros.



Fonte: Kemper, 2018.

As equipes precisam se organizar em todos os sentidos. Escolher seus membros, providenciar a aquisição de materiais e de instrumentos para sua confecção. Os materiais necessários são de baixo custo e de fácil aquisição: garrafas PET de refrigerante, pastas escolares ou caixas de tênis para fazer as empenas, fita adesiva simples e de dupla face. Algumas equipes usam tinta spray para personalizar seu foguete e deixá-lo visualmente atrativo. Não há um modelo único a ser seguido para construir esses foguetes. A coifa ou o nariz pode ser feito com um pedaço de garrafa de refrigerante ou uma pasta escolar enrolada no formato de um cone. O tamanho e a quantidade das empenas ou aletas também ficam à escolha da equipe. Entretanto, o formato da coifa e o tamanho das aletas definem a aerodinâmica e a força de arrasto que atuam no foguete quando em movimento.

Para dar estabilidade ao foguete durante o voo, ele precisa de uma massa adicional, que é inserida na coifa. Geralmente, usa-se um saquinho com areia ou massa de modelar para fazer

esse ajuste. O peso ou a massa do foguete vazio é outro parâmetro importante que determina a distância alcançada no lançamento.

Um foguete com pouca massa terá uma grande velocidade de lançamento, ficando submetido, nessa condição, a uma grande força de arrasto que ocasiona muita perda de energia, freando e, conseqüentemente, encurtando seu alcance. Um foguete de massa maior terá uma velocidade de lançamento menor. Entretanto, uma velocidade menor atribui ao foguete uma força de arrasto menor, resultando em menor perda de energia durante seu deslocamento.

Porém, uma massa maior para o foguete limitará, pelo princípio da conservação da energia, seu movimento de subida a uma altura máxima menor em sua trajetória, pois a energia cinética de um corpo depende de sua velocidade e de sua massa. Por sua vez, a altura determinará o tempo de voo e, por consequência, a distância do seu alcance. Encontrar a melhor relação para a massa do foguete vazio é um dos desafios a ser enfrentado pelo seu construtor.

Dessa forma, no planejamento e na construção de foguetes, os estudantes exercitam a aplicação das Leis de Newton e o princípio da conservação da energia mecânica, trocando ideias e interagindo em grupo. Temos, nessas atividades, conforme as teorias de Ausubel (1962) e Vygotsky (1998), um ambiente propício para a aprendizagem significativa de vários conceitos de Física. A Figura 3 mostra um registro da realização das atividades em grupo.

Figura 3 – Alunos confeccionando foguetes em equipes.



Fonte: Kemper, 2018.

Durante os testes dos foguetes, percebemos momentos de ludicidade, expectativa e apreensão. No decorrer da pressurização, feito com um compressor, existe o receio da explosão do foguete e, quando lançado, como eventualmente acontece, há possibilidade de desintegrar-se. Após a fase de testes, algumas equipes produziram outro protótipo com modificações e se



encorajaram e ir para os lançamentos oficiais, mesmo sem testá-lo previamente. Outras fizeram e testaram vários foguetes. Duas equipes, depois de testar os seus foguetes com sucesso, empenharam-se em fazer um protótipo de dois estágios. Uma delas fez um lançamento com sucesso, enquanto outra não conseguiu finalizá-lo dentro do prazo estabelecido. Construir um foguete de garrafas PET de dois estágios é extremamente trabalhoso, mas o resultado do lançamento, quando realizado com êxito, compensa. Alguns alunos participaram do projeto dedicando-se principalmente à construção de foguetes. Segundo eles, “é divertido e se aprende muita coisa” (informação verbal).

3.3 As observações astronômicas

Se olhar a Lua despontar no céu ou Vênus, com seu exuberante brilho no anoitecer, já é encantador, imaginemos a expectativa causada ao se propor uma sessão de observações astronômicas para identificar constelações, estrelas, planetas e outros objetos celestes: com certeza, será grande.

A fim de trazer tal experiência aos estudantes, foram viabilizados dois encontros para observações astronômicas, realizados no pátio do IFRS – *campus* Canoas, sempre nas primeiras horas da noite. No primeiro encontro, ocorrido em 7 de maio de 2018, foram identificados, a olho nu, as constelações de Órion, Gêmeos, Leão e Cão Maior, as estrelas Betelgeuse, Rigel, Sirius, Castor e Alfa Centauro, bem como os planetas Vênus e Júpiter. Todas as estrelas e os planetas anteriormente citados foram também observados com telescópio².

Nessas observações, verificamos Vênus, que estava em sua fase quase cheia; Júpiter, com as faixas alternadas entre claras e escuras na sua atmosfera externa e com seus quatro satélites mais brilhantes, os sistemas binários de Castor e Alfa Centauro³; e a comparação das cores das estrelas Sirius, Rigel e Betelgeuse. Sirius é uma estrela de cor branca, Rigel é azul e Betelgeuse, vermelha. Ao telescópio, é possível fazer a distinção dessas cores.

Além disso, a grande Nebulosa de Órion também permitiu belas observações. No mesmo dia, de manhã, durante o encontro presencial do grupo, foi apresentado um material sobre as características e as propriedades dos objetos astronômicos observados à noite. Vale destacar que foram abordadas questões como a distância desses objetos em anos-luz, bem como o tamanho das estrelas, com ênfase em Betelgeuse, que é uma supergigante vermelha.

² O telescópio utilizado é um refletor *dobsoniano* com abertura de 305 mm, ocular com campo visual aparente de 68° e aumento de 83 vezes. O equipamento é de propriedade particular.

³ Alfa Centauro é um sistema estelar triplo, mas com telescópios menores, apenas duas estrelas são visíveis.

Para fins de comparação, se a estrela Betelgeuse fosse colocada no lugar do Sol, ocuparia todo o espaço até a órbita de Júpiter, quando em seu diâmetro menor, e a órbita de Saturno, quando em seu diâmetro maior. Isso porque ela é uma estrela variável. Como os alunos envolvidos puderam perceber por meio das observações, o estudo de Astronomia e Física torna-se deslumbrante e fascinante para quem contempla e experimenta o Universo com auxílio de equipamentos astronômicos.

O segundo encontro ocorreu em 6 de agosto de 2018, quando fizemos a identificação das constelações de Escorpião, Sagitário e Capricórnio. Também localizamos a olho nu os planetas Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. A expectativa maior foi depositada nas observações telescópicas dos planetas, todos com destaques.

Vênus exibiu sua meia fase, como se fosse a Lua em seu quarto crescente. Marte mostrou-se muito brilhante e vermelho, pois há poucos dias o planeta estava em oposição e na menor distância com a Terra. Júpiter e Saturno, em boas condições meteorológicas, são sempre atrações especiais, com um telescópio de grande abertura, duas verdadeiras joias do sistema solar. São dois gigantes que exibem muitos detalhes de sua atmosfera externa e várias de suas luas em seus entornos.

Os alunos foram comunicados, através de e-mail, nas duas ocasiões, da ocorrência das observações no início da manhã do mesmo dia, depois de terem sido verificadas, pelas previsões meteorológicas, boas condições atmosféricas para observações astronômicas com telescópio. Somadas a essas condições e com o desligamento das luzes do pátio do *campus*, mesmo em meio à região metropolitana da capital gaúcha, conseguimos um céu com condições propícias para observações astronômicas. A Figura 4 mostra, além do equipamento utilizado, o cenário onde ocorreram as observações astronômicas.

Figura 4 – Apresentação do equipamento e as condições do local no momento das observações astronômicas.



Fonte: Kemper, 2018.



Em cada um dos encontros, tivemos a presença de mais de 40 alunos, além de vários servidores do *campus*, entre técnico-administrativos e professores. As considerações dos participantes estavam predominantemente voltadas à astronomia. Surgiram muitas perguntas e também manifestações de encanto por aquilo que estavam observando no telescópio. Mais de um observador afirmou que aquela experiência era diferente de visualizar as fotos na Internet. Saturno e Júpiter causaram admiração na maioria dos que olhavam esses planetas através das lentes; muitos voltaram para a fila para repetir a observação. Através da reação e de manifestações dos participantes, foi possível perceber que essas atividades cativaram, provocaram e estimularam a imaginação e o pensamento científico dos envolvidos.

4 Reflexões finais

No dia a dia da maioria das pessoas, as palavras como solstício, equinócio e zênite soam como estranhas, pois seus significados não são muito claros. Contudo, práticas pedagógicas com atividades planejadas podem levar à compreensão desses conceitos de modo agradável. Por outro lado, temas de astronomia têm se mostrado de grande interesse para o público participante do projeto de ensino “Astronomia e Astronáutica na Escola”.

Foram muitas as atividades realizadas, e o público presente manifestou-se muito participativo. Percebemos que o fato de apontar para estrelas em uma noite de observações e falar sobre a constelação a que elas pertencem, suas características físicas, como tamanho, cor e distância, desperta o interesse nos jovens. Eles questionam sobre outras constelações e outras estrelas. Da mesma forma, observar os planetas com telescópio instiga a reflexão sobre a vida fora da Terra.

Sendo assim, de acordo com a teoria de Ausubel (1962), temos a base para a aprendizagem significativa, proporcionada pela motivação e pela predisposição. As novas ideias, proposições e conceitos apresentados durante as atividades interagem com os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva, formando novos conhecimentos.

Como resultado do trabalho realizado pelo projeto, a prova da OBA revelou um ganhador com medalha de prata no ano de 2018. O prêmio conquistado pelo estudante é a comprovação do seu domínio nos conhecimentos de Astronomia, Astrofísica e Astronáutica. Ademais, vários outros alunos tiraram nota igual ou maior que 5,0, consideradas satisfatórias para uma prova de Olimpíada de conhecimento.

A construção e o lançamento dos foguetes com garrafas PET foram exitosas não só como prática pedagógica para desenvolver e aprimorar conhecimentos da área aeroespacial,

mas também por garantir várias medalhas aos alunos pelas marcas alcançadas com seus foguetes na MOBFOG. Dos 24 alunos que participaram com lançamentos oficiais, 13 conquistaram medalhas. Foram duas de bronze, sete de prata e quatro de ouro. A tabela a seguir apresenta o quadro de medalhas conquistadas pelos alunos da OBA e da MOBFOF por ano de participação.

Tabela 1 – Quadro de medalhas recebidas na OBA e na MOBFOG por ano de participação.

Ano	Medalhas na OBA		Medalhas na MOBFOG		
	prata	bronze	ouro	prata	bronze
2013	1	1	-	-	5
2014	-	1	-	3	6
2015	-	-	-	3	3
2016	1	1	3	6	-
2017	1	1	-	12	3
2018	1	-	4	7	2

Fonte: Kemper, 2018.

Reconhecemos, assim, o princípio motivador das referidas atividades, demonstrado pela dedicação dos participantes em fazer e refazer foguetes na tentativa de produzir alcances mais significativos e, em especial, pela construção de foguetes de dois estágios feitos por duas equipes. Vale ressaltar que a construção de foguetes de garrafas PET de dois estágios exige muito tempo, além de técnica e habilidade manual. Vários alunos também relataram que a realização do evento trouxe, além de momentos de muita diversão, o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos, visto que jamais imaginaram que, durante o ensino médio, teriam oportunidade de desenvolver esse tipo de atividade.

A equipe de três alunos que conquistou medalhas de ouro pelo lançamento de maior alcance obtido entre os participantes do IFRS – *campus* Canoas recebeu um convite para participar na Jornada de Foguetes. A participação no evento rendeu a essa equipe um troféu de campeão, demonstrando seu *know-how* para construir e lançar excelentes foguetes de garrafas PET. Na Figura 5, temos o registro da equipe do *campus* preparando seu foguete para o lançamento realizado na ocasião da participação na Jornada de 2018.

Por fim, tivemos um aluno que recebeu um convite para participar da Jornada Espacial. São convidados para a Jornada Espacial cerca de 60 alunos com as melhores notas de Astronáutica. Isso comprova que o aluno demonstrou grande domínio teórico ao responder com sucesso a três perguntas, em sessão distinta, dentro da prova da OBA. Infelizmente, a dificuldade para a liberação da verba para custear as despesas impossibilitou a participação no evento.

Figura 5 – A equipe de alunos do *campus* preparando o lançamento na Jornada de Foguetes.



Fonte: Kemper, 2018.

Dessa forma, reconhecemos que o conjunto de atividades realizadas dentro do projeto de ensino “Astronomia e Astronáutica na Escola” vai além das que ocorrem em sala de aula para atender os currículos mínimos dos cursos e é de grande importância para aprofundar e ampliar os conhecimentos dos alunos do ensino médio nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática, além de dar visibilidade à sociedade acerca do poder transformador da educação.

PREPARATORY ACTIVITIES FOR THE *OLIMPIÁDA DE CONHECIMENTO* [KNOWLEDGE BEE EVENT] AND *MOSTRA CIENTÍFICA* [SCIENTIFIC FAIR] VIA A TEACHING PROJECT: A PEDAGOGICAL PRACTICE REPORT

Abstract: This piece of work presents a report of a teaching project in which the subjects Astronomy, Physics and Astronautics have been addressed with the aim of stimulating high school students from a federal teaching institution to increase interest in studies and the rates of learning in the area of Natural Sciences. The definition of these subjects had the purpose of helping the students to take the test on *Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica* [Brazilian Olympiad of Astronomy and Astronautics] well as participating in *Mostra Brasileira de Foguetes* [the Brazilian Rocket Fair]. Thus, the present work reports the planning and the activities developed by the project, as well as the results and the experiences shared with the students beyond classroom. The planning and the organization of instructional material and practical activities, as well as their application and development, were based on David Ausubel’s and Lev Vygotsky’s learning theories. This is to certify that the reported activities provided the students with moments of social interaction, learning, fun and expectation. In addition, there were a significant number of students who won medals at Brazilian Olympiad on Astronomy and Astronautics and the Brazilian Rocket Fair, leading to the confirmation that the developed teaching project, by and large, has been successful.

Keywords: Meaningful learning. Astronomy teaching. PET Bottle Rockets.

Referências

AUSUBEL, David. A Subsumption Theory of Meaningful Verbal Learning and Retention. **The Journal of General Psychology**, v.66, n.2 1962. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221309.1962.9711837>>. Acesso em: 27 maio 2019.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

ELEVA EDUCAÇÃO. Como tirar o Brasil dos últimos lugares no ranking de educação? **G1**, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mato-grosso-do-sul/especial-publicitario/eleva-educacao/noticia/como-tirar-o-brasil-dos-ultimos-lugares-no-ranking-de-educacao.ghtml>>. Acesso em 05 mar. 2019.

LOPES, M. **Medições astronômicas**, 2014. Disponível em: <<http://www.astropt.org/2014/04/02/medicoes-astronomicas/>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

MEES, A. A. **Astronomia: Motivação para o Ensino de Física na 8ª Série**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MENDES, A. L.; LUNAZZI, J. J. **Eratóstenes e a Medida do Diâmetro da Terra**. 2002. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2002/940298_AndreVinagre_Eratostenes.pdf> Acesso em: 30 abr. 2018.

MOREIRA, M.A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista chilena de educação científica**, v. 7, n. 2, p. 23 – 30, 2008. Revisado em 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>> Acesso em: 21 mar. 2019.

_____. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: _____ **Teoria da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999a.

_____. A teoria da mediação de Vygotsky. In: _____ **Teoria da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999b.

NASCIMENTO, J. M., AMARAL, E. M. R. O papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos de química. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 3, p. 575-592, 2012.

ROLIM, A. A. M.; GUERRA, S. S. F.; TASSIGNY, M. M. Uma leitura de Vygotsky sobre o brincar na aprendizagem e no desenvolvimento infantil. **Revista Humanidades**, v. 23, n. 2, p. 176-180, 2008.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.