

Ensino de Ciências na Região da Campanha:
Contribuições na formação acadêmico-profissional
de professores em Astronomia

Ensino de Ciências na **Região** da Campanha

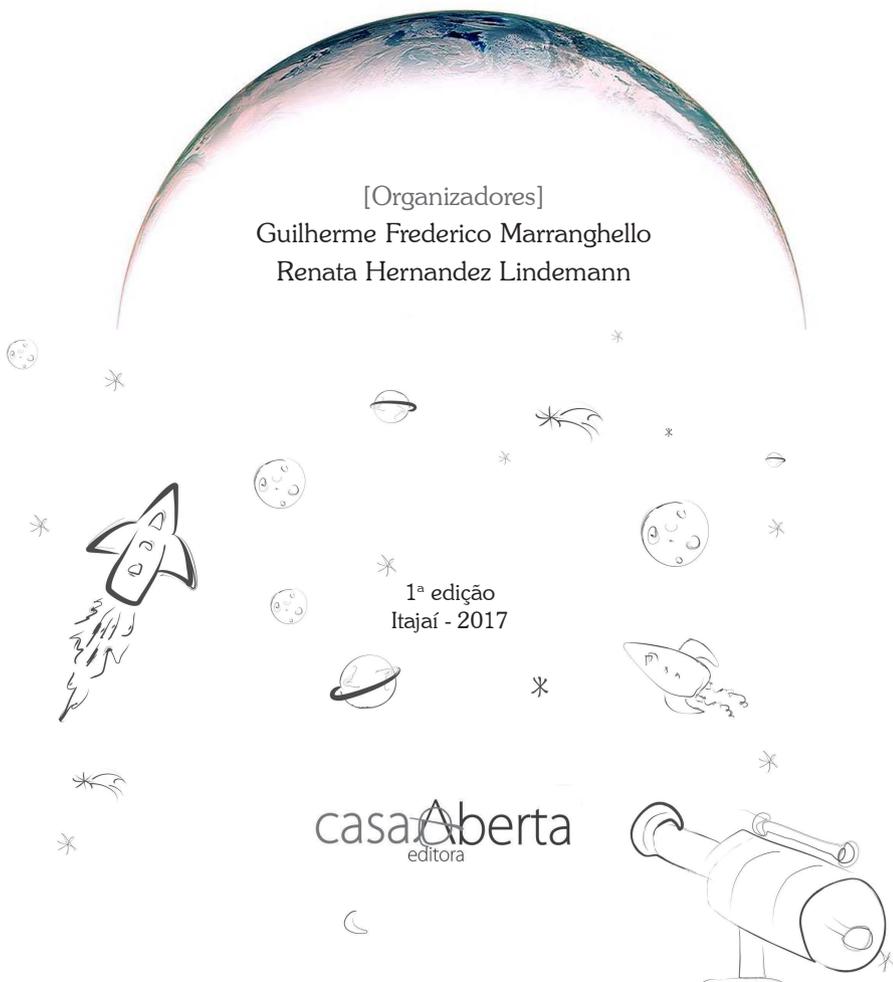
Contribuições na formação
acadêmico-profissional de
professores em Astronomia

[Organizadores]

Guilherme Frederico Marranghello
Renata Hernandez Lindemann

1ª edição
Itajaí - 2017

casasAberta
editora



Sumário

Apresentação	07
As ideias dos alunos, as ideias dos professores e a aprendizagem: uma revisão conceitual	11
Educação em Astronomia	53
Algumas ideias para trabalhar com Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental	87
Abordando a relação entre o MHS e o MCU através da observação das luas de Júpiter em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e com o uso do método de Instrução pelos Colegas	101
Construção de uma maquete do sistema solar na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no município de Bagé	113
O sistema solar no planetário da Unipampa	121
Trabalhando com a energia solar no ensino de Física e Ciências	133
Da Supernova ao Sistema Planetário	151



Apresentação

O presente livro é resultado de experiências no Ensino de Ciências e configura-se reflexo das ações do Projeto Observatório da Educação¹ (OBEDUC) com objetivo de divulgação dos trabalhos em Ciência. Os autores são professores da rede municipal e estadual de ensino, professores do Ensino Superior e licenciandos de diversas áreas. Apresentam possibilidades de abordagem da Astronomia no Ensino de Ciências e apontam evidências de que o trabalho com as ideias dos alunos possibilita a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem.

Ao longo dos sete artigos iniciais, que compõem o livro, o leitor terá a oportunidade de conhecer experiências a respeito da abordagem da Astronomia no contexto da Educação Básica. O oitavo e último artigo traz um pouco da história de pessoas e lugares que fizeram parte deste sistema planetário.

Abrimos este livro com uma revisão conceitual feita por Roberta Chiesa Bartelmebs e João Batista Siqueira Harres sobre as ideias dos alunos, as ideias dos professores e a aprendizagem. Os autores apresentam como a compreensão a respeito desses conceitos tem evoluído, tanto considerando o que dizem as pesquisas da área de ensino de Ciências quanto do ponto de vista dos professores e dos formadores. Fazem inferências interessantes a respeito da didática das ciências. Reforçam a necessidade dessas reflexões ganharem

¹ Resultado da parceria entre a Capes, o INEP e a SECADI. Instituído pelo Decreto Presidencial nº 5.803, de 08 de junho de 2006, com o objetivo de fomentar estudos e pesquisas em educação, que utilizem a infraestrutura disponível das Instituições de Educação Superior – IES e as bases de dados existentes no INEP.

espaço no contexto da formação de professores. Debatem aspectos do erro e as ideias dos alunos, dando destaque a forma de pensar das crianças.

Guilherme Frederico Marranghello, no segundo artigo, aborda a Educação em Astronomia e enfatiza a importância de a Astronomia fazer parte das aulas da Educação Básica. Para tanto, apresenta algumas possibilidades de abordagem do tema sem a pretensão de esgotá-las. São experiências vividas e evidências da relevância do estudo da Astronomia não só na Educação Básica como também no contexto dos cursos de pós-graduação. Reforça a importância de espaços como os planetários serem mais presentes no contexto brasileiro. O texto é um convite, a cada um de nós, a embarcar neste vôo.

Roberta Chiesa Bartelmebs, Simone Ikert, Fernanda Dambiski e Danilo de Oliveira Kitzberger apresentam no terceiro artigo algumas possibilidades de abordagem da Astronomia para os anos iniciais do Ensino Fundamental. A experiência com alunos de quarto ano, envolvendo atividades sobre o Sistema Solar, estações do ano, fases da Lua e eclipse, é resultado do trabalho da professora regente da turma, Simone Ikert, também uma das autoras deste capítulo. De acordo com os autores, o ensino de Astronomia permitiu o desenvolvimento das crianças respeitando o tempo de cada uma, bem como o envolvimento entusiasta destas com a proposta. Contribui também para que a professora percebesse uma nova forma de pensar o ensino de Astronomia.

O quarto artigo é de autoria dos professores da Educação Básica e mestrandos em ensino de Ciências, Ana Cláudia Wrasse Salazart e Gêison Mendes de Freitas de Oliveira, sob orientação do professor Guilherme Frederico Marranghello. O trabalho tem como pretensão apresentar de que modo as novas tecnologias (telescópios, planetário e inúmeros instrumentos astronômicos) podem contribuir para promover a Aprendizagem Significativa no Ensino, destacando o ensino de Física e da Astronomia. Os autores apresentam as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e a Instrução pelos Colegas (IpC) como forma de organização do ensino.

Também propõem um planejamento de ensino, em nove encontros, para abordar a Astronomia a partir da IpC como metodologia para o Ensino Médio no estudo da Física, abordando o MCU e MHS integrado, já que estes conteúdos estão presentes em muitas situações do cotidiano.

O professor da rede pública de Bagé, Omar Guilhano Rosa Soares, participante do Curso de Extensão de Astronomia na Educação Básica coordenado pelo professor Guilherme Marranghello, apresenta no quinto artigo o processo de construção de uma maquete do Sistema Solar realizada com alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Neste trabalho, demonstra como inseriu, no contexto da EJA, a Astronomia nas aulas de Química e Física fazendo uso de telescópios, laboratório de informática, construção de maquete e livros didáticos. O professor percebe que as aulas de Astronomia e as oficinas, que auxiliaram na produção das maquetes, permitiram aos alunos perceber, de maneira mais concreta, a diferença de volume entre o Sol e os planetas.

Os acadêmicos de Licenciatura em Física Andressa M. Jacques e Gabriel L. de S. Costa, a técnica de laboratório Cecília P. Irala e o professor Guilherme Frederico Marranghello, no sexto artigo, trazem um relato de experiência das atividades desenvolvidas no planetário inflável da Unipampa. Este recebeu, ao longo de 2015 e início de 2016, aproximadamente cinco mil estudantes da Educação Básica. A exposição interativa e a maquete do Sistema Solar permitiram discutir as escalas e as características dos planetas. De acordo com os autores, a visita ao planetário da Unipampa tem estimulado os professores da região a inserir a Astronomia no contexto da Educação Básica.

A professora Marcia Maria Lucchese relata, no sétimo artigo, suas ações junto ao OBEDUC referente a temática Fontes de Energias, e sinaliza a possibilidade de articulação com a Astronomia. Demonstra como a abordagem do tema Fontes de Energia, a partir da construção de um protótipo de uma residência que funciona com energia solar, pode ser utilizado para o estudo de conceitos de Astronomia, eletromagnetismo e Ciências com as crianças.

O último artigo, de forma literária, conta um pouco da trajetória do grupo e do projeto ora apresentado.

No conjunto dos artigos organizados para esta publicação podemos reforçar a necessidade de ampliar a formação inicial e continuada de professores para a abordagem do ensino de Astronomia na Educação Básica. Reforça-se também, a importância de cursos de extensão, formação continuada em programas de pós-graduação, ou ainda, ampliação e consolidação de espaço nos cursos de formação inicial de professores. Portanto, além do argumento a favor da inserção do ensino de Astronomia na Educação Básica, defende-se a necessidade de os estudantes visitarem museus, laboratórios de pesquisa e planetários, por acreditarmos que nestes espaços é possível a produção de novos conhecimentos.

Por último, não poderíamos deixar de agradecer o apoio do Programa Observatório da Educação, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil.



As ideias dos alunos, as ideias dos professores e a aprendizagem: uma revisão conceitual

Roberta Chiesa Bartelmebs¹
João Batista Siqueira Harres²

Um aluno nunca erra,
ele responde a outra pergunta
(Jean Pierre Astolfi)

Eu não compreendo porque os
professores não compreendem por
que seus alunos não compreendem
(adaptado de Gaston Bachelard)

1. Introdução

Neste texto apresentamos algumas reflexões sobre as ideias dos alunos a partir das investigações iniciados por Piaget nos 20 e 30 do

¹ Docente do Departamento de Sociais e Humanas da UFPR. E-mail: roberta.bartelmebs@ufpr.br

² Docente da Faculdade de Física da PUCRS. E-mail: joao.harres@puccrs.br

século passado, e que ganharam grande impulso no início da década de 1970, trazendo posteriormente importantes implicações para o ensino de Ciências. Neste período, foram propostos grandes projetos curriculares elaborados por comissões de especialistas, como por exemplo, o Biological Science Study Committee (BSSC), o Physics Science Study Committee (PSSC) e o Chemistry Science Study Committee (CSSC) (KRASILCHIK, 2000).

Conforme afirma Krasilchik (2000, p.85):

Um episódio muito significativo ocorreu durante a “guerra fria”, nos anos 60, quando os Estados Unidos, para vencer a batalha espacial, fizeram investimentos de recursos humanos e financeiros sem paralelo na história da educação, para produzir os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o Ensino Médio.

No Brasil, o ensino de Ciências passou a ter maior destaque no currículo da Educação Básica a partir da década de 60. Na época foram importados materiais didáticos dos Estados Unidos, os quais traziam como pressuposto a ideia de que os alunos deveriam aprender Ciências como os cientistas. Além disso, segundo Krasilchik (2000, p. 87):

No período 1950-70, prevaleceu a idéia (sic) da existência de uma sequência fixa e básica de comportamentos, que caracterizaria o método científico na identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, o que permitiria chegar a uma conclusão e levantar novas questões.

Ainda segundo a autora, por mais detalhado que fossem os livros ou as atividades propostas os resultados não eram satisfatórios. Na busca das razões desse insucesso, de certa forma, “descobriu-se” que as crianças possuem ideias sobre o mundo, e que essas ideias interferem na aprendizagem de conceitos científicos.

Uma forte corrente de pesquisa se desenvolveu a partir dessa constatação, mapeando as ideias dos alunos nas mais diferentes áreas, temas e conceitos, nos mais diferentes contextos e nas mais

diferentes idades. Muitos estudiosos, nacionais e internacionais, se dedicaram ao conhecimento das chamadas “concepções infantis” acerca dos fenômenos naturais. Driver *et al* (1985) fazem uma ampla revisão de investigações acerca das ideias das crianças sobre temas ligados às ciências. De valor inestimável, essa obra trata-se quase de um catálogo geral tal a abrangência da revisão das ideias dos alunos sobre os diferentes temas das ciências. Duit (2009), em seu site, também disponibiliza uma enorme gama de pesquisas que se ativeram neste objetivo.

Inicialmente, estas ideias foram compreendidas apenas como “ideias pré- instrucionais”, isto é, ideias das crianças construídas antes de terem contato com a escola. Por isso, durante algum tempo acreditou-se que a função do ensino de Ciências seria o de substituir essas ideias pelos argumentos científicos ensinados nas aulas de Ciências. Posteriormente, nos anos 80, as ideias dos alunos passaram a integrar o rol de preocupações curriculares e dos pesquisadores, passando a ser consideradas como importante ponto de partida para o ensino de Ciências. De lá para cá, houve uma evolução e uma complexificação na compreensão do assunto, como veremos mais adiante.

No âmbito da pesquisa, parece não haver mais dúvida quanto ao entendimento das ideias das crianças como parte constituinte de uma lógica própria de compreender o mundo na qual reside seu valor epistêmico. Entretanto, na prática escolar corrente essa compreensão, assim como, uma prática correspondente, está longe de ser amplamente compartilhada.

Porém, apesar de todos os estudos já produzidos na área, podemos encontrar professores que não aceitam a ideia de que seus alunos interpretam suas lições de outra maneira (OSBORNE; TASKER, 1998; MORRINSON; LEDERMANN, 2003; TREAGUST; DUIT, 2008).

Assim, este texto discute como essas compreensões têm avançado do ponto de vista dos pesquisadores, dos professores e dos formadores. Partimos de uma retrospectiva histórica das ideias dos alunos, das diferentes visões sobre o que pensam os alunos e como,

nesse contexto, deveria ser compreendido o erro. A partir disso, analisamos as implicações dessas reflexões para a didática das ciências e para as diferentes formas de conceber a aprendizagem e a evolução conceitual. O texto conclui estendendo essa discussão para o âmbito da formação de professores.

2. O valor epistemológico do “erro” e o papel das ideias dos alunos

Nesta seção apresentamos algumas discussões sobre o que pensam os alunos, suas teorias implícitas e as concepções alternativas que apresentam nas aulas de Ciências. Também discutimos acerca do valor epistemológico do erro no ensino de Ciências, enfatizando seu aspecto metodológico e o potencial didático que seu tratamento pedagógico pode apresentar nas aulas de Ciências.

2.1 Os primeiros estudos sobre a lógica das crianças

Pioneiramente, os estudos de Piaget (1955)³ e seus colaboradores da Escola de Genebra apresentaram a lógica infantil como diferente da lógica do sujeito adulto. A partir desses trabalhos, muitos pesquisadores adentraram no mundo infantil para conhecer as concepções das crianças acerca do mundo. Porém, como veremos adiante, não há pleno consenso na área de ensino de Ciências acerca de alguns conceitos importantes que permeiam os estudos das concepções alternativas.

Um dos pontos chaves da teoria epistemológica de Piaget é a ideia de equilíbrio (GARCÍA, 2002). Segundo essa teoria, a aprendizagem é um processo de adaptação cuja função é possibilitar a estruturação da visão de mundo ou de realidade. Similar ao que

³ Optamos por utilizar o ano de Fundação do Centro de Estudos em Epistemologia Genética na Suíça por entender que a difusão da obra de Piaget ocorreu a partir deste período em que suas pesquisas sobre desenvolvimento da inteligência tiveram projeção mundial.

ocorre com os organismos com relação ao meio ambiente em que vivem. Com os estudos do desenvolvimento da inteligência, Piaget voltou-se ao pensamento infantil reconhecendo nele o ponto inicial da estruturação lógica do sujeito adulto.

Na obra *La représentation du monde chez l'enfante* (1926) Piaget apresenta algumas ideias que as crianças possuem sobre diferentes temas, como por exemplo: “de onde vem o pensamento?”, “onde estão os sonhos?”, “qual a origem das árvores, das montanhas e da Terra?”, “de onde vêm os Astros?” etc. Nestas pesquisas, Piaget explora os diferentes níveis de construção das ideias que as crianças apresentam, demonstrando a ligação dessas ideias com os estágios nos quais as crianças se encontram.

Quando Piaget, nas décadas de 20 e 30 do século passado, demonstrou que as crianças possuem ideias sobre o mundo e que sua lógica é diferente da lógica dos adultos, ele já concebia as ideias das crianças em termos de progressão e não de substituição. Na sua teoria, um estágio não substitui outro, como, por exemplo, no caso da substituição da lógica pré-operatória pela lógica operatória, e esta por sua vez por uma lógica formal, mas é por ele constituído na medida em que cresce em termos de quantidade e qualidade.

É importante nesse momento fazermos uma distinção dos termos que são utilizados para designar as ideias dos alunos nas pesquisas em ensino de Ciências. Cubero (1994, p.34) afirma que: “muitas das chamadas representações das crianças, obtidas através de entrevistas ou questionários, podem não ser algo mais que artefatos metodológicos que se constroem a partir dos próprios sistemas de exploração e registro”. Ainda segundo a autora, apesar da unanimidade entre os pesquisadores em reconhecerem que os alunos possuem representações sobre o mundo, muitos termos têm sido utilizados para designar essas representações, tais como: *misconception* (concepções erradas), *preconceptions* (preconcepções), *alternative frameworks* (marcos alternativos), *alternative conceptions* (concepções alternativas), *spontaneous reasoning* (pensamento espontâneo), *représentations* (representações).

Neste texto usaremos preferencialmente a expressão “ideias dos alunos” por acreditarmos estar menos associada a concepções que, implícita ou explicitamente, não pré-julguem estas ideias.

Mesmo que de forma inconsciente, os termos utilizados pelo pesquisador ou professor estão vinculados a postulados subjacentes que implicam em conceptualizações de fundo epistemológico diferentes. Ainda de acordo com Cubero (1994), muitos autores consideram que o conhecimento científico do *expert* possui um *status* superior a outras formas de conhecimento. Isso faz com que o conhecimento prévio dos alunos, em comparação com o conhecimento dos cientistas (ou o conhecimento científico que o professor quer ensinar), seja considerado equivocado. Dessa forma, termos como *misconception* serem empregados para designarem as ideias dos alunos sobre o mundo. “Essa perspectiva corresponde frequentemente às pessoas que, estando a cargo da instrução formal, que deve receber o aluno, comparam as ideias dele com o conhecimento científico e as valoram como erradas” (CUBERO, 1994, p.35). Além disso, dentro dessa perspectiva encontram-se os pesquisadores ou professores que pretendem identificar quais ideias erradas possuem seus alunos para poder corrigi-las por meio da instrução formal. O mesmo ocorre com o termo *preconceptions*, ao qual subjaz a ideia de que só pode ser considerada correta uma concepção científica do mundo, e que, as concepções dos alunos são anteriores a uma visão científica da realidade.

Por outro lado, como afirma Cubero (1994), se reconhecermos que o conhecimento científico e outras representações do mundo possuem um status relativo, as concepções das crianças então seriam representações alternativas, “ganhando assim importância as relações entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos na tarefa de aproximar e reconciliar uns de outros”. Expressões como “marcos conceituais alternativos” implicam em uma maior ênfase “em ideias assimiladoras prévias das crianças, e indica que os alunos desenvolvem representações autônomas para conceituar suas experiências com o mundo” (CUBERO, 1994, p. 36). Para a autora, os termos “ideias prévias” ou “ideias pré-instrucionais” indicam uma

preocupação inicial em “dar-se conta” de que os alunos têm conhecimentos anteriores ao ensino. “Parece que explicitar esse reconhecimento não deveria ser necessário, mas em termos e atuação didática às vezes se faz necessário explicitá-lo” (CUBERO,1994. p. 36).

Além disso, Cubero (1994) citando Abimbola (1988), afirma que “há uma relação entre os termos que se utilizam para descrever o conhecimento dos alunos e o marco epistemológico dos investigadores e professores”. Na concepção empirista da natureza da ciência “o conhecimento científico possui um status superior como forma de conhecimento”, já para concepção da nova filosofia da ciência “o conhecimento científico é uma das possíveis formas de conhecimento humano, e as concepções que as pessoas possuem tem seu próprio valor, sem que seus critérios de avaliação possam ser os mesmos que se aplicam ao conhecimento científico”

2.2 O que pensam os alunos?

Em visita a duas aulas de Física, os autores Osborne e Freyberg (1998), perceberam que, alunos e professores, tem ideias distintas sobre um mesmo fenômeno exposto em sala de aula. Tomemos, por exemplo, um trecho da fala de um aluno extraída deste mesmo trabalho: “Sabe como é, os professores têm toda essa quantidade de conhecimentos, mas nós pensamos de modo diferente, porque há tantas formas de entender as coisas” (tradução nossa)⁴. Esta declaração mostra como os próprios alunos reconhecem que há vários modos de compreender os conhecimentos aprendidos na escola. Apesar disso, em geral, o professor ao utilizar apenas uma delas - o discurso validado da ciência - desconhece e/ou desconsidera essa forma de compreensão.

Nessa mesma visita relatada pelos autores, um professor de Física explicava conceitos de circuito elétrico e solicitou aos alunos que

⁴ “Ya sabe, los profesores tienen toda esa cantidad de conocimientos, pero nosotros pensamos de manera distinta, porque hay tantas formas de captar las cosas.”

desenhassem um circuito que fizesse uma lâmpada acender. Duas alunas fizeram um desenho no qual havia um “erro”, não permitindo que a lâmpada acendesse. O professor corrigiu o “erro” e a lâmpada passou a acender, porém as alunas continuavam sem entender porque a lâmpada, que antes não acendia, passou a funcionar. Ou seja, com a saída do professor (que pensou estar tudo entendido) as meninas voltaram a repetir a mesma tentativa de ligar a lâmpada, sem obter sucesso (OSBORNE; FREYBERG, 1998).

No campo da didática das ciências, tornou-se clássico, segundo Astolfi e Develay (1995, p.35), a ideia de que “toda aprendizagem vem interferir com um ‘já existente’ conceitual que, ainda que falso num plano científico sirva de sistema de explicação eficaz e funcional para o docente”. Nesse sentido, muitas vezes o professor acredita que o aluno “já sabe” fazer algo e a partir daquilo deve ensinar seu conteúdo.

Ainda segundo Osborne e Freyberg (1998), é preciso ter em mente que as palavras utilizadas em sala de aula possuem mais de um significado. Essa investigação semântica mostra-se importante na medida em que é possível encontrar diferentes interpretações para um mesmo termo e que, no entanto, diferem radicalmente em suas aplicações dentro das teorias científicas. Em sala de aula, o professor utiliza palavras muitas vezes desconhecidas de seus alunos, vinculadas a especialidade de sua formação. O problema, segundo Freyberg e Osborne (1988, p.213), evidencia-se quando o “professor pensa que não há possibilidade de um mal-entendido, porque a linguagem que utiliza é familiar às crianças desse grupo de idade”. Muitas vezes as crianças e, até mesmo, os adultos constroem o significado de uma palavra baseando-se em associações verbais ou aproximações semânticas que podem levar a uma interpretação diferente.

Por outro lado, as ideias dos alunos, para além de uma confusão semântica, seriam teorias implícitas (POZO *et al*, 1992). Para Claxton, as teorias implícitas:

Teriam características representacionais e de aprendizagem que as diferenciariam tanto das estruturas lógicas como dos conceitos científicos, o que justificaria a adoção de um novo enfoque na investigação sobre a aprendizagem e a instrução científica. (apud POZO *et al*, 1992, p. 7)

Segundo os autores, as teorias implícitas diferem das teorias científicas na medida em que são teorias pessoais, isto é, incoerentes, específicas, indutivas, geralmente baseadas em uma causalidade linear e na busca da utilidade das coisas (POZO *et al*, 1992, p. 9). No entanto, são teorias bastante úteis no dia a dia e auxiliam na vida cotidiana dando explicações e fornecendo soluções aos problemas do sujeito; as teorias científicas buscam uma “causalidade múltipla e complexa” para a realidade.

Além disso, Pozo e Crespo (2005) apontam que existem várias origens para as ideias dos alunos, sendo elas: origem sensorial (concepções espontâneas), cultural (representações sociais) e escolar (concepções analógicas). Segundo os autores:

Parte das dificuldades para modificar ou mudar essas concepções alternativas vem da sua própria natureza representacional – seu caráter implícito, mas, ao mesmo tempo, altamente organizado, sua funcionalidade no conhecimento cotidiano –, mas outra parte poderia ser consequência do nosso desconhecimento dessa natureza, que tem levado a estratégias didáticas para a mudança conceitual de eficácia duvidosa. (POZO; CRESPO, 2005, p. 95)

Como uma alternativa para entender as ideias dos alunos e sua possível evolução, Pozo (1992) apresenta algumas restrições estruturais do enfoque das teorias implícitas. Com isso, ao buscar compreender as regularidades entre as características das teorias implícitas dos alunos, apresenta como critério o conhecimento dos “processos psicológicos que intervêm na sua aquisição e elaboração” (POZO, 1992, p. 13).

Portanto, para o autor, a teoria dos esquemas operatórios de Piaget e Inhelder (1951) pode ser um instrumento conceitual valioso para a análise das teorias implícitas dos alunos sobre conteúdos científicos. Isso porque:

A noção de equilíbrio é tão geral que pode servir de esquema integrador para a maior parte dos conhecimentos científicos, isso não implica que todos os tipos de equilíbrio a que nos temos referido sejam similares [...] a recuperação dos esquemas operatórios piagetianos podem ser uma via muito sugestiva para analisar as dificuldades que as pessoas enfrentam quando tentam aprender ciências desde suas teorias implícitas fortemente arraigadas, difíceis de modificar e estruturalmente simples. (POZO *et al*, 1992, p. 17)

2.3 Qual o papel do “erro” na aprendizagem?

Quando nos referimos ao termo “erro”, utilizamos aspas para diferenciar da perspectiva de que são comportamentos ou pensamentos que precisam ser corrigidos e eliminados. Concordamos com Astolfi (1997, p. 94) quando argumenta que “a virtude principal do trabalho pedagógico sobre o erro seja, finalmente, oferecer aos alunos ferramentas adequadas para que descubram a unidade de saberes desejáveis”.

Segundo Osborne e Freyberg (1998, p. 174):

O professor necessita compreender bem os pontos de vista dos cientistas, os pontos de vista das crianças e seus próprios pontos de vista, sempre em relação a um tema. Em muitas situações é provável que exista alguma discrepância entre os enfoques do professor e dos cientistas.

Podemos citar como exemplo dessas “discrepâncias entre pontos de vista” o caso das explicações para a ocorrência das estações do ano. Muitos professores possuem modelos alternativos para compreender esse tema. Acreditam que é verão porque a Terra está mais próxima do Sol e que é inverno porque a Terra está mais distante (BARTELMÉBS; HARRES, 2014).

Os professores, apropriando-se de outra explicação para a ocorrência das estações do ano, acabam disseminando esse conhecimento e reforçando algumas concepções alternativas em seus alunos. É o que Osborne e Freyberg (1998, p. 237) chamam de “duvidoso valor de ensinar ideias complexas baseadas em fundamentos incorretos”.

Portanto, os professores também “erram”. Seria importante que ambos soubessem do valor desse fato para os processos de ensino e de aprendizagem. Por isso, pensamos que, quando um professor questiona seus próprios saberes, seus conhecimentos conceituais sobre determinada disciplina, ele se torna sensível a perceber que seus alunos também possuem ideias sobre os conteúdos que ensina.

No entanto, como apontam Astolfi (1997) e Torre (2000), muitas vezes o “erro” assume um papel negativo na escola. Torre (2007, p.13) apresenta quatro dimensões:

Efeito destrutivo, deturpativo, construtivo e criativo. Enquanto as duas primeiras acepções se referem ao erro como resultado, o efeito construtivo e criativo se inscreve em uma consideração processual. A polaridade resultado-processo nos permite, pois, apresentar uma dupla consideração do erro: a negativa e a positiva.

Ainda segundo Astolfi (1997, p. 85), “considerar os erros como defeitos formais de um trabalho, nos impede de penetrar em sua própria essência com o fim de descobrir suas potencialidades”. O erro tem uma carga semântica negativa, sempre posto no lugar de algo que deve ser evitado, corrigido ou até mesmo punido. O medo de errar muitas vezes impede o aluno de socializar suas teorias pessoais em sala de aula.

Em um estudo sobre a história da Astronomia Bartelmebs, Harres e Silva (2014, p.86) afirmam que:

A visão de mundo está intimamente ligada à capacidade cognitiva de interpretar a realidade na qual o sujeito está inserido. E esta, por sua vez está ligada ao seu modo particular de pensar, às suas crenças e às suas aprendizagens anteriores. No entanto, trata-se de construções que são elaboradas através da ação no mundo.

Muitas vezes uma teoria científica se mantém por muito tempo e, depois, acaba sendo substituída por outra que responderá melhor às perguntas dos cientistas. É, por exemplo, o caso do geocentrismo que, por questões histórico-culturais se manteve como paradigma dentro das explicações astronômicas. Do ponto de vista de um

observador da Terra, é difícil dizer que ela se move, nesse sentido não é uma simples observação do céu noturno, por exemplo, ou dos movimentos do Sol e a Lua que será capaz de refutar essa teoria geocêntrica.

Osborne e Freyberg (1998, p 179) afirmam que “às vezes, as primeiras ideias mantidas pelas comunidades científicas se parecem com as das crianças, o que pode levar a um debate mais aberto sobre, e um respeito pelas ideias dos alunos nas primeiras fases da sequência didática”. Por exemplo, de modo geral os alunos acreditam que os corpos só podem permanecer em movimento se houver uma força que os “empurre”, ou como apontam Teixeira e Queiroz (1994, p. 138), os alunos parecem “inventar” forças para explicar os movimentos dos corpos. Já, para a mecânica de Aristóteles havia um “motor” que gerava o movimento e outro “motor” que o mantinha.

Deste ponto de vista, o erro passa a ter aspecto positivo, sendo encarado como parte do processo de construção de uma aprendizagem. Além disso, como afirma Bachelard (apud ASTOLFI, 1997, p. 33) “não há verdade sem erro retificado”. E, mais:

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão.

Para Otero (1990), a preocupação excessiva da parte dos professores em seguir os textos didáticos acaba por ignorar aquilo que os alunos ignoram. O autor aponta que a maioria dos textos científicos elaborados para o trabalho em sala de aula acaba por não possibilitar uma metacognição necessária ao aluno. Muitas vezes as informações apresentadas não consideram as possíveis interpretações que os alunos farão do texto. Ou seja, uma interpretação alternativa do texto é considerada um “erro” que deve ser corrigido, porém, muitas vezes este não é sequer percebido pelo professor.

Gaston Bachelard (2005) abre caminho para uma interpretação do “erro” como um obstáculo a ser superado na aprendizagem. Chama a atenção ao fato de o professor não compreender por que seu aluno tem dificuldade em assimilar algum conteúdo. O professor precisa analisar as causas do “erro” assumindo uma atitude compreensiva (TORRE, 2007), e não “neurótica”, no sentido de uma ação pautada muito mais na necessidade do professor de destacar o erro, do que de compreender aquilo que seu aluno não sabe, como afirma Astolfi (1997). Essa atitude a que Torre (2007) classifica como “neurótica”, no entanto, é fruto de anos de escola, nos quais o erro sempre é assinalado com vermelho, sinônimo de uma coisa “ruim e indesejável”.

O Quadro 1, a seguir, adaptado de Astolfi (1997, p. 46), sintetiza os principais pressupostos teóricos de Piaget e Bachelard que se aproximam da forma dual como concebemos o “erro”.

Quadro 1 – Pressupostos teóricos da concepção de “erro” para Piaget e Bachelard

Jean Piaget	Gaston Bachelard
Construção do conhecimento	Obstáculo epistemológico
Equilibração	Ruptura
Assimilação	Psicanálise do conhecimento objetivo
Adaptação	
Epistemologia construtivista	Epistemologia histórica
Palavra-chave: Desenvolvimento	Palavra-chave: Retificação

Fonte: Adaptado de ASTOLFI (1997, p. 46).

É possível verificar as diferenças teóricas correlacionando estes autores, bastante citados quando o assunto é a aprendizagem de conceitos científicos. Para Piaget, a aprendizagem é um processo de desenvolvimento pautado pela equilibração. Nesse sentido o “erro” não pode ser considerado como algo a eliminar, mas sim, como parte constituinte do processo de aprender. Para Bachelard, algumas concepções prévias constituem verdadeiros obstáculos

epistemológicos que podem impedir o sujeito de “aprender”. Assim é preciso compreender o pensamento e as ideias dos alunos para identificar esses obstáculos e superá-los.

Uma atitude compreensiva implica em visualizar o “erro” dentro do contexto no qual ocorre. Astolfi (1997, p. 82) classifica os “erros” em oito tipologias diferentes: erros devido a redação e interpretação das instruções; erros resultados dos hábitos escolares ou de uma má interpretação das expectativas; erros resultados das concepções alternativas dos alunos; erros ligados as operações intelectuais implicadas; erro nos processos adotados; erros devido à sobrecarga cognitiva na atividade; erros que tem sua origem em outra disciplina e erros causados pela complexidade própria do conteúdo.

Implicados neste contexto estariam três tipos de obstáculos: epistemológicos (dificuldades internas do conteúdo), psicológicos (características cognitivas de quem aprende) e didáticos (dispositivos e modelos utilizados no ensino).

Com isso, podemos pensar no “erro” a partir de um enfoque construtivista, ou seja, compreendê-lo como parte do processo de construção do conhecimento, Torre (2007, p. 15) afirma que:

O enfoque didático do erro consiste em sua consideração construtiva e, inclusive, criativa dentro dos processos de ensino-aprendizagem. Como as descobertas científicas, a aprendizagem como se realiza mediante metodologias heurísticas e por descoberta.

O tratamento didático do “erro” implica em considerá-lo como parte do processo de aprendizagem, como “ponto de referência importante para dirigir nossas hipóteses para outros caminhos” (Torre, 2007, p. 19). Isso se mostra um fato na história das ciências. O erro também pode ser encarado como um sintoma, e não como um mal. Levar isso em consideração pode beneficiar o processo pedagógico, na medida em que tanto professor quanto aluno receberão *feedback* para reavaliar suas ações docentes.

Em sua dissertação de mestrado Lima (2009) aborda a questão do erro no ensino de programação de computadores. Nessa área do conhecimento o erro é visto como parte de um processo natural

de aquisição de conceitos e habilidades. Para Papert (1985, p. 39), ao tratar do ensino de programação, “dificilmente se acerta na primeira tentativa”. Do ponto de vista da aprendizagem o erro seria uma oportunidade para a construção do conhecimento. Almeida (1991, p.23) destaca que “o erro passa a ser então um revisor de idéias [sic] e não mais um objeto de punição, intimidação e frustração”.

Segundo Valente (1999, p. 75) “o processo de achar e corrigir um erro constitui uma oportunidade única para o aprendiz aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas”. O erro é benéfico porque “nos leva a estudar o que aconteceu, a entender o que aconteceu de errado, e, através do entendimento, corrigi-los” (PAPERT, 1985, p. 144).

Por fim, destacamos o papel da linguagem na compreensão dos erros dos alunos em sala de aula. Como afirma Petrosino (2000, p. 7):

É possível obter respostas diferentes de um aluno se a pergunta se formula em linguagem científica ou em linguagem coloquial. Ao perguntar com linguagem escolar responderá o que crê que o professor espera que responda, enquanto que em linguagem coloquial responderá o que realmente crê que ocorra. O pior de tudo é que o sistema explicativo escolar, desenvolvido com tanto esforço e paciência, não será utilizado nos problemas da vida diária impedindo-o que se desenvolve e cresça.

Na mesma obra, este autor relata que “muitas crianças parecem acreditar que o vento é provocado pelas árvores ao se movimentarem. Se lhes dizemos que estão equivocados, [...] e a criança repete o que o adulto lhe disse, sabe mais que antes ou sabe menos? Sustento que sabe menos (PETROSINO, 2000, p. 52) “. Ao desconsiderar o que a criança pensa, dando-lhe uma resposta formal ao problema que se lhe propõe, acabamos por “destruir a confiança em seu próprio raciocínio”, e assim, desestimulá-la a pensar por si mesmas nos problemas do seu cotidiano. É por isso que o autor

afirma que: “um mau modelo é infinitamente melhor do que nenhum modelo”.

A história das ciências está repleta de exemplos que corroboram essa afirmação. Enquanto, por exemplo, o modelo geocêntrico respondia bem às questões físicas e metafísicas (mesmo que parcialmente), ele foi usado satisfatoriamente, mesmo sendo um modelo inadequado para o entendimento do Universo em um contexto mais amplo. No entanto, foi a partir dele que novas questões foram surgindo e possibilitando a retomada de antigos problemas, com novas soluções, até se consolidar o modelo heliocêntrico.

Pensamos que isso não seja muito diferente com relação às ideias dos alunos na escola. Da mesma forma, enquanto seus modelos conseguem satisfazer suas questões físicas e metafísicas, eles se mantêm firmes. Porém, a partir do momento em que não satisfazem as necessidades cognitivas (sejam filosóficas ou psicológicas) do sujeito, necessariamente serão modificados. E isto não implica em uma troca, mas em uma evolução do modelo simplista para um modelo mais complexo para explicar a realidade.

Ao destacar o papel do “erro”, entendemos ser importante compreender como os professores lidam com ele em sala de aula, e qual o possível caminho para desenvolver uma teoria acerca de uma possível evolução conceitual - da parte dos professores - acerca do conhecimento e utilização das ideias de seus alunos em suas aulas de ciências.

3. A existência das ideias dos alunos e a didática das ciências

Em trabalho clássico nessa área de pesquisa, Gilbert, Osborne e Fenshman (1982), já definiam a “ciência das crianças” - termo concebido por eles - como o conjunto de ideias que os alunos possuem sobre os mais variados fenômenos do cotidiano e que dizem respeito ao seu conhecimento de mundo. Para os autores, “no desenvolvimento do currículo de ciências a existência da ciência

das crianças, tem sido usualmente ignorada ou inadequadamente considerada” (GILBERT; OSBORNE; FENSHMAN, 1982, p. 623). Isso pode ocorrer devido a três diferentes posturas do professor:

- a) Postura da tabula rasa – o professor admite que seu aluno não tem nenhum conhecimento sobre o que vai ensinar, portanto o aluno precisa “absorver” o conteúdo que o professor irá lhe transmitir;
- b) Postura de dominação do professor – o professor admite que o aluno possui “várias concepções” sobre o mundo, porém, não acredita que elas possam influenciar na aprendizagem de ciências, por isso precisam ser substituídas ou descartadas;
- c) Postura de dominação do aluno - o professor reconhece a ciência das crianças “como suficientemente forte para persistir e interagir com a ciência a ser ensinada” (GILBERT; OSBORNE; FENSHMAN, 1982, p. 623).

Ainda, segundo os autores, seria possível identificar alunos “bem-sucedidos” que utilizam tanto suas ideias sobre o mundo quanto os conhecimentos adquiridos na escola no seu dia a dia. Afirmam ainda que precisamos “aprender muito mais sobre a ciência da criança: como explorá-la, saber a sua natureza e considerar os vários modos pelos quais a ciência das crianças pode (ou não) ser modificada pelas situações de aprendizagem” (GILBERT; OSBORNE; FENSHMAN, 1982, p. 623).

Com relação às concepções dos professores sobre a ciência, os autores afirmam:

Idealmente, as concepções da ciência apresentadas às crianças pelos professores, ou diretamente através do material curricular, é um relato fiel da ciência dos cientistas. Entretanto, nem sempre é assim. Professores indubitavelmente possuem e transmitem uma grande variedade de concepções (CP) que chegam até à criança. As concepções do professor sobre a ciência interagem com a ciência do currículo e os materiais preparados para o ensino. Estes, modificados ou não, são (re) apresentados ao estudante. Esta interação entre a ciência do professor e a ciência da criança terá profundas implicações nos resultados do ensino. (GILBERT; OSBORNE; FENSHMAN, 1982, p. 626)

Os autores apresentam cinco tipos de resultados de interação entre a ciência da criança e a ciência ensinada pelo professor: 1) “De saída não modificada”: na qual as crianças incorporam a linguagem da ciência, mas suas concepções permanecem inalteradas; 2) “De saída de perspectiva dupla”: o aluno mantém suas concepções sobre o mundo, mas nas avaliações utiliza os conceitos ensinados pelo professor; 3) “De saída reforçada”: aquilo que os alunos aprendem em aula acaba reforçando e dando suporte as concepções divergentes entre a ciência da criança e a ciência do cientista; 4) “De saída mista”: ocorre uma espécie de “amalgama” entre a ciência do aluno e a ciência aprendida na escola, acaba por apresentar muitas vezes ideias contraditórias entre si; 5) “De saída unificada”: neste caso “o objetivo do ensino é que o aprendiz obtenha uma perspectiva coerente cientificamente, na qual ele entenda, perceba e possa relatar o envolvimento dela em sua vida e no que faz”, seria um nível desejável para o ensino de Ciências na escola.

Entendemos que trabalhar a partir das ideias dos alunos conduz a um processo que possibilite atingirmos uma “saída unificada” na qual as crianças consigam construir uma visão científica de mundo. Isso implica certamente em desenvolver uma visão relativista da ciência e não como um corpo de conhecimentos absolutos a serem memorizados. Além disso, os alunos com esta perspectiva podem conquistar um grau de autonomia para pensarem suas próprias teorias sobre o mundo, sem se sentirem pressionados a memorizarem dados, fatos e conceitos que acabam se tornando irrelevantes nas suas vidas.

3.1 A mudança conceitual e a evolução das ideias dos alunos

Na medida em que as ideias dos alunos aparecem, muitas vezes, como diferentes ou até antagônicas às ideias científicas, há muito o que se discutir sobre como substituir ou promover uma evolução das primeiras em direção às últimas.

Com relação ao conceito de mudança conceitual, Duit e Treagust (2003, p. 674) afirmam que:

A pesquisa sobre o conceito da mudança conceitual desenvolveu um vocabulário original porque a mudança conceitual pode acontecer em diferentes níveis e autores distintos usam termos alternativos para descrever aprendizagens semelhantes. A análise mais comum é que há dois tipos de mudança conceitual, com denominação variando desde uma fraca reestruturação, assimilação ou captação de conceitos até uma radical reestruturação, acomodação e mudança de conceitos.

Ainda, segundo os autores, essa polissemia também gera outros significados para o entendimento de mudança conceitual no âmbito das pesquisas realizadas. As duas principais concepções, segundo Duit e Treagust (2003), são a mudança conceitual compreendida como uma troca de uma concepção por outra, ou compreendida como uma mudança em que o sujeito vai “aprendendo em domínios nos quais as estruturas conceituais prévias ao ensino devem ser reestruturadas fundamentalmente a fim de permitir a compreensão do conhecimento pretendido, isto é, a aquisição de conceitos da ciência”.

Posner *et al* (1982), em outro trabalho clássico na pesquisa sobre as ideias dos alunos, desenvolveram uma teoria de mudança conceitual a partir de uma visão “fenomenológica” da questão (ARRUDA e VILLANI, 1994), enfatizando seu distanciamento da teoria piagetiana e dos modelos cognitivos. Os autores fazem uma analogia entre a teoria de Thomas Kuhn (1970), para criar um modelo que explique a mudança conceitual, conhecido como Modelo de Mudança Conceitual (MMC).

Segundo Arruda e Villani (1994, p.89): “às vezes os estudantes estão usando os conceitos existentes para tratar com os fenômenos novos e em outras situações os conceitos existentes são inadequados para permiti-los compreender com sucesso um novo fenômeno”. É nesse sentido que a teoria a MMC tem relações com o conceito de paradigma tal como concebido na teoria de Kuhn (1970) do desenvolvimento da ciência. A esses dois processos de evolução

conceitual das ideias dos alunos Posner *et al* (1982) denominam de assimilação e acomodação⁵ as etapas que corresponderiam, por sua vez, à ciência normal e a revolução científica. O paradigma estaria ligado a uma “ecologia conceitual”, termo emprestado da teoria de Toulmin (1997).

Os autores (POSNER *et al*, p. 213) questionam-se sobre “em que condições o conceito central será substituído por outro?” e, também, sobre “quais são os recursos operacionais da ecologia conceitual que regem a seleção dos novos conceitos?”. Assim, definem quatro condições de acomodação para que possam ocorrer assimilações na teoria da MMC, sendo elas: a) insatisfação com as concepções existentes; b) inteligibilidade; c) plausibilidade e d) fertilidade das novas concepções.

Portanto, os autores apontam que para ocorrer mudança conceitual o sujeito precisa estar insatisfeito com sua teoria. Ou seja, precisa reconhecer a necessidade de mudança. Isso lembra o processo de tomada de consciência de Piaget (1978). O “motor” para uma nova aprendizagem é sempre gerado pela necessidade de mudança. Para Posner *et al* (1982), no entanto, essa mudança só terá sentido se a nova teoria foi compreensível ao sujeito. Ou seja, no processo de aprendizagem escolar, um aluno só irá substituir sua concepção de Terra plana, por exemplo, pela concepção de Terra redonda se essa nova teoria responder aos seus questionamentos e se lhe for inteligível. Além disso, é preciso também que ela seja plausível, isto é, que responda não somente as questões iniciais e práticas do formato da Terra, por exemplo, mas que também responda a suas suposições metafísicas e epistemológicas sobre o mundo. Nesse caso ela precisa estar vinculada a uma teoria mais abrangente que dê conta de explicar não somente um fato, mas o mundo para o aprendiz. E assim, possibilite ao estudante chegar a novas descobertas a partir dessa nova teoria. Assim se cumprem os passos previstos pelos autores para uma efetiva mudança conceitual.

⁵ Termos emprestados da teoria de Piaget, mas que no caso da teoria da MMC têm sentidos bem distintos.

A teoria da mudança conceitual de Posner *et al*(1982) foi bastante utilizada na década de oitenta. Após dez anos, os autores publicaram nova versão de sua teoria. Segundo Arruda e Villani (1994), “paradoxalmente, os méritos mais evidentes do modelo - sua simplicidade e sua abrangência - foram também o alvo das críticas posteriores dos próprios autores e de outros pesquisadores”. Posner *et al* (1982) enfatizam que o modelo de mudança conceitual que propuseram se tratava de “uma teoria epistemológica, não psicológica, que tinha por trás um conjunto de suposições epistemológicas muito mais generalizáveis que a aplicação que foi feita às concepções alternativas”.

O fato de Posner *et al*(1982) usar termos emprestados da teoria de Piaget, com sentidos bem distintos na teoria da MMC foi tema de controvérsia. As críticas feitas na década de 1970 às aplicações pedagógicas da teoria epistemológica de Piaget embasam-se na ideia de que as mudanças ocorrem na estrutura cognitiva dos sujeitos e não nos conceitos que são utilizados (POZO, 1992 apud MOREIRA, 2003).

Segundo Moreira (2003, p.5), o problema das teorias de mudança conceitual, seja na linha de Posner ou na linha piagetiana, “é que eles sugerem a mudança conceitual como uma substituição de uma concepção por outra na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou, pelo menos, são assim interpretados por muitos pesquisadores e docentes”. Além disso, segundo a teoria de Ausubel, as concepções alternativas são resultado de processos de aprendizagem significativa, portanto são “resistentes à mudança”, isto é, se tornam um saber “não apagável” na estrutura cognitiva do sujeito.

Moreira (2003, p.13) afirma que “a mudança conceitual no sentido de substituição de uma concepção (alternativa) por outra (científica) não tem sentido”, porém, sua concepção epistemológica baseada em Ausubel dá margem a interpretação de que os sujeitos precisam aprender a partir de conhecimentos escolares, ou conceitos científicos que já existem (os chamados subsunçores). Segundo Moreira (1999, p. 163): “[...] o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo”.

Porém, nessa perspectiva, tais conceitos se refeririam a conhecimentos teóricos (que podem apenas serem memorizados) cuja base seria distinta e incompatível com a construção conceitual que deveria vir a seguir. Por isso, acreditamos que “aquilo que o aluno já sabe”, na teoria de Ausubel, não necessariamente se refere às ideias que os alunos possuem sobre o mundo. Por exemplo, a ideia de Terra plana não pode ser subsumida da compreensão da ação da gravidade nos pontos do planeta.

Quando nos referimos às ideias dos alunos, fazemos referência a todo seu conjunto de saberes, construído dentro e fora (especialmente) da escola. Portanto, nos distanciamos da concepção de Ausubel por compreendermos que a relevância das ideias nos alunos para o ensino de Ciências esteja mais vinculada a uma concepção epistemológica construtivista, como a de Piaget e García (2011)⁶.

Segundo Mortimer (1995, p. 268) as ideias dos alunos, bem como suas concepções científicas aprendidas na escola, seriam utilizadas em diferentes contextos. Neste sentido, o autor diferencia o modelo que propõe para o ensino de Ciências do modelo de mudança conceitual, no sentido de que seu modelo “sugere a possibilidade de usarmos diferentes modos de pensar em diferentes domínios”. Mortimer (1995, p. 268) afirma que “não há virtualmente evidências efetivas da ocorrência de mudança conceitual nos alunos”. Para o autor, uma alternativa ao conceito de mudança conceitual pode ser encontrada na noção de perfil conceitual, proposta por Bachelard quando discute a noção de “obstáculo epistemológico”, na medida em que este:

Permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver

⁶ A respeito, ver Ausubel *et al* (1980, p. 192 a 194, entre outras) nas quais os autores apresentam sua opinião sobre a não importância das ideias de Piaget para o ensino.

com as ideias anteriores sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. (MORTIMER, 1996, p. 20)

A ênfase em um processo que compreenda a coexistência dos modelos conceituais de senso comum e os científicos é a aposta da teoria da mudança conceitual. Isso porque, para os autores, o termo mudança conceitual está intrinsecamente ligado a uma ideia de substituição de uma coisa por outra. Como tal “substituição” não é percebida na prática cotidiana, ela deixa de ter sentido.

Mortimer (1996, p. 21) apresenta as críticas feitas inicialmente por Driver e Easley (1977), de que “a excessiva ênfase ao desenvolvimento de estruturas lógicas subjacentes, o que teria levado Piaget a não dar importância à rica variedade de ideias apresentadas pelas crianças”. Entendemos que essa crítica talvez não considere que a preocupação dos estudos piagetianos era com o sujeito epistemológico⁷ e não com o sujeito psicológico.

Mais adiante em seu artigo, Mortimer (1996) aponta que, mesmo as características defendidas por Piaget para o sujeito epistêmico, parecem não ter validade no cotidiano. Isto é, partindo da ideia de que para Piaget uma lógica estruturada contém em si a lógica precedente, ou que “toda estrutura se converte em subconjunto de uma estrutura mais rica” (PIAGET apud MORTIMER, 1996), o que permite compreender que um sujeito operatório formal, um cientista, por exemplo, não teria mais motivos para utilizar conhecimentos de senso comum. No entanto, em algumas situações o mesmo cientista poderá utilizar as palavras “frio” e “calor” em contextos que não se aplicariam aos preceitos científicos. Para o autor, “essa maneira de ver o mundo está largamente incorporada como uma característica da cultura”. Por isso, no entendimento de Mortimer, mesmo o sujeito epistêmico de Piaget não é suficiente para compreender os processos de utilização do conhecimento de senso comum no cotidiano. Isso

⁷ O sujeito epistemológico faz referência ao sujeito universal. Isto é, as estruturas comuns a todos os seres humanos. Já o sujeito psicológico trata da concepção de indivíduo com suas características particulares.

porque parece ser necessário que ocorra supressão de uma concepção por outra, o que parece não acontecer no sistema cognitivo dos sujeitos reais.

No entanto, em nossa opinião, essa crítica deriva do entendimento de que, para Piaget, é preciso substituir uma lógica pré-científica por uma científica. Ou, ainda, que as ideias dos alunos, consideradas equivocadas, devem ser substituídas por ideias corretas (BARTELMÉBS, 2014). Discordamos dessa leitura da teoria piagetiana, especialmente da epistemologia genética, na medida em que em nossa opinião essa a visão piagetiana aponta em outra direção, já que o princípio básico de sua epistemologia é a construção do conhecimento. Nesse sentido, Piaget e García (2011, p. 20) argumentam que:

O fato fundamental para a epistemologia das ciências é que o sujeito, partindo de níveis muito baixos, composto por estruturas pré-lógicas, alcançará normas racionais isomorfas, as das ciências em seus primórdios. Compreender o mecanismo dessa evolução das normas pré-científicas até a sua fusão com as do pensamento científico incoativo é, de fato, um problema incontestavelmente epistemológico.

A evolução de um conhecimento para outro não ocorre de forma linear. Exemplo disso é a preocupação de Piaget e García (2011) em compreender como se passa de uma etapa à outra de conhecimento, bem como o mecanismo cognitivo em jogo em cada etapa. Como afirmam ainda os mesmos autores:

Não se trata de períodos de “evolução” do conhecimento (em relação à etapa precedente), mas de uma reinterpretação total dos fundamentos conceituais [...] posição defendida há muito tempo pela epistemologia genética ao mostrar, mediante numerosos exemplos extraídos da psicologia genética, que o desenvolvimento nunca é linear. (PIAGET; GARCÍA, 2011, p. 157)

No desenvolvimento desta estrutura teórica, Piaget e García definiram a existência de três níveis de interação do sujeito com os objetos do conhecimento, ligados a três formas de equilíbrio

distintas, sendo elas: níveis intra, inter e transobjetal.

Ao abordar um domínio novo, o sujeito é obrigado inicialmente a assimilar os dados desse domínio aos seus próprios esquemas (de ação ou conceituais) [...] sua análise implica uma equilibração elementar entre a sua assimilação aos esquemas do sujeito e a acomodação destes às propriedades objetivamente dadas, daí o caráter intra deste início de conhecimento. (PIAGET; GARCÍA, 2011, p. 189)

Aguiar (1999) apresenta o uso dessa teoria para compreender as ideias apresentadas por professores em um curso de eletricidade básica. Segundo o autor, é possível verificar mudanças conceituais progressivas nos professores, na medida em que avançam em seu conhecimento sobre o tema. No entanto, é preciso enfatizar que mesmo os sujeitos estando no nível operatório formal, e sendo especialistas na área de ensino, ainda possuíam dificuldades de compreender o circuito elétrico. Essa dificuldade, segundo o autor, é um sintoma de que as aprendizagens que os sujeitos construíram ao longo de sua formação não foram suficientes para criarem teorias mais complexas sobre o assunto. A cada etapa do curso, o autor solicitava diferentes tarefas para possibilitar tomadas de consciência e generalizações mais amplas, possibilitando assim que os participantes pudessem construir respostas cada vez mais elaboradas e complexas sobre tema da eletricidade.

Nesse sentido, podemos afirmar que Aguiar tinha como objetivo promover uma “evolução conceitual” do conhecimento anterior dos cursistas pelos conhecimentos científicos sobre circuito elétrico. O que o autor propõe é uma aplicação metodológica da teoria piagetiana. Da mesma forma, Parrat, Eichler e Fagunder (2008, p. 153) ao investigarem as concepções de adolescentes e adultos sobre as mudanças de estado do éter concluem que:

Os conhecimentos escolares dos adultos, muitas vezes, não foram operacionais, aparecendo algumas vezes em frases isoladas e de forma imprecisa e mal-organizada, por exemplo, na evaporação do líquido o volume aumentaria porque os próprios corpúsculos dilatariam.

Portanto, além das estruturas lógicas há a necessidade também dos conteúdos, ou seja, das concepções, sejam elas alternativas ou científicas. Conforme apontam os autores, para resolver problemas, sejam do cotidiano ou problemas de pesquisa, é “o conhecimento que faz as estruturas funcionarem” (PARRAT; EICHLER; FAGUNDER, 2008).

Nesse sentido, em relação às críticas feitas à Piaget, referentes ao suposto estruturalismo de sua teoria, é preciso considerar as mudanças de foco pelas quais o Centro de Pesquisas em Epistemologia Genética passou a partir da década de 1970 (BARTELMÉBS, 2014). O foco dos estudos passou das estruturas lógicas para o problema das relações causais (GARCIA, 2002, BOVET; PARRAT-DAYAN; VONECHE, 1987).

3.2 Pressupostos da evolução conceitual e a teoria da complexidade

Para caracterizarmos a ideia de evolução conceitual aqui adotado é necessário caracterizar alguns fundamentos epistemológicos. Segundo Toulmin (1997), evolutivamente, as “populações conceituais”, que são casos particulares de um mesmo padrão de seleção e inovação de qualquer entidade histórica, teriam a mesma forma que as “populações biológicas”. Harres e Porlán (1999) apontam que, a teoria epistemológica de Toulmin implica em uma visão da ciência não absolutista do ponto de vista epistemológico com relação à validade do conhecimento científico, em oposição às posições racionalistas, nas quais se apoiam os conceitos científicos, validando o discurso das ciências.

Na implicação pedagógica desta corrente epistemológica, poderíamos compreendê-la a partir da questão proposta pelos autores (HARRES; PORLÁN, 1999, p. 21): “Como compatibilizar imparcialmente a diversidade de formas de conhecer e de pensar o que tem existido, existe e existirá?”. Dessa forma, Toulmin (1997) desenvolve o conceito de ecologia conceitual, no qual o conhecimento se organiza em sistemas complexos, de

desenvolvimento histórico, “tanto no plano coletivo quanto no individual”. Assim, a racionalidade das atividades intelectuais não está mais ligada a coerência interna dos conceitos, mas sim “com a maneira de uma pessoa é capaz de modificar sua posição intelectual frente a experiências novas e imprevistas”.

Nesse sentido, a ideia de evolução conceitual ultrapassa o que descrevemos até então sobre os modelos de mudança conceitual. Isto porque esta ideia trata de compreender a evolução coletiva e individual de um conceito, dentro de uma “população” conceitual particular de cada indivíduo e de cada comunidade (científica ou não). Assim, ao transferirmos para o ensino de Ciências essa perspectiva epistemológica, podemos compreender as ideias dos alunos como conjuntos de conceitos desenvolvidos a partir de uma história. Essa história é composta tanto pelas vivências particulares do sujeito quanto por suas interações sociais e culturais. Isso nos leva também a uma visão complexa acerca das ideias das crianças, não as reduzindo a meras opiniões “pré-concebidas” sobre o mundo. Portanto, podemos nos perguntar: Como podemos possibilitar a evolução conceitual das ideias dos alunos e dos professores?

Segundo García (1995, p.8), essa pergunta exige uma mudança de um pensamento simplista para um pensamento complexo. Segundo o autor, trabalhar a partir da perspectiva complexa implica em: “uma atitude e um método, uma busca das articulações e interdependências entre os conhecimentos até o momento divididos e compartimentados”. Isso implicaria em pensar a partir de outro paradigma, que não seja reducionista nem absolutista. Além disso, no campo da educação, a teoria da complexidade permite uma transformação radical nos modelos de ensino e de aprendizagem de ciências.

Uma alternativa para o fomento de uma visão mais complexa da realidade, na aprendizagem, é o uso das “hipóteses de transição” (GARCÍA, 1999, p.15), segundo as quais existem “um plano de atuação aberto e flexível, com possíveis itinerários, que se reformulam em função do que ocorre em cada contexto de aprendizagem”. Nesse caso, enfatiza-se mais o processo em si do que os conteúdos ou

conhecimentos conceituais para as mudanças do pensamento dos indivíduos. Dessa forma, pode-se perceber a evolução do pensamento dos futuros professores a partir da análise de diferentes momentos, tais como a construção de sua aula, a avaliação, a forma de organizar os conteúdos etc.

Nessa linha, os obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 2005) a serem considerados são aqueles que “dificultam a transição do simples ao complexo”. Tais obstáculos muitas vezes dizem respeito a uma lógica causal linear. O sujeito não reconhece que um mesmo fenômeno pode ocorrer em diferentes instâncias quando, por exemplo, afirmam que “os organismos vivos são moldados pelo meio em que vivem (sem compreender que também os organismos modificam seu meio na interação)” (GARCÍA, 1995, p. 17).

4. As concepções epistemológicas dos professores e sua influência no ensino

Como afirmamos anteriormente, a novidade da década de 80 na área do ensino de Ciências foi a “descoberta” de que os alunos já tinham ideias sobre os conceitos que lhes seriam ensinados. Esse fato passou a constituir o campo de estudos da Didática das Ciências, que acabou se especializando nessa direção. Porém, outra “novidade” que essa abordagem mais construtivista trouxe para o campo foi a “descoberta” de que também os professores possuem ideias próprias, tanto sobre os conteúdos que ensinam, tanto quanto sobre os processos de ensino e de aprendizagem. Por consequência, eles também possuem ideias sobre o que são as ideias dos alunos.

Atualmente, muitas pesquisas na área da formação inicial e continuada de professores debruçam-se sobre um mesmo problema: identificar as concepções dos professores e compreendê-las a fim de entender a prática cotidiana da sala de aula. Harres *et al* (2012) realizaram uma pesquisa bibliográfica com base em artigos publicados em revistas da área de ensino, e que abordaram o tema da evolução do conhecimento profissional sobre as ideias dos alunos a partir de estratégias curriculares inovadoras. Para categorizar as propostas selecionadas os autores utilizaram uma adaptação da

classificação de propostas construtivistas de García (1999, apud HARRES *et al*, p. 58), na qual “em uma perspectiva construtivista simplista” os professores apresentam suas ideias prévias, mas elas não são utilizadas no processo de formação. Já num modelo “construtivista complexo” essas ideias têm seu valor epistêmico próprio, isto é, “elas não são a priori, corretas ou erradas, mas apresentam graus e contextos de complexidade, validade e funcionalidade diferentes, mesmo que umas sejam mais potentes que as outras”. Além disso, em sua análise, os autores detectaram que as ideias dos alunos, em geral, nas pesquisas estudadas, são vistas apenas como elemento motivacional e não como potencial fonte de uma construção curricular mais elaborada.

De certa forma, tal como ocorre com os alunos, os professores não têm a oportunidade de questionar, durante a sua formação inicial, as concepções de ciências empírico-indutivistas decorrentes da visão “oficial”, a que Toulmin classifica como “absolutismo epistemológico” (*apud* PORLÁN, 1989). Sendo assim, mesmo que os professores possam ter uma vaga ideia de que o conhecimento não é transmitido, mas sim construído, isso não modifica a raiz da sua concepção epistemológica. Isso acaba atuando como um obstáculo para a fundamentação de uma visão mais adequada de como os alunos aprendem (HARRES *et al*, 2005). E por coerência interna, entre sua concepção de natureza da ciência e sua crença epistemológica, segue realizando sua atividade docente com vistas à transmissão de conhecimentos científicos, desconsiderando as ideias dos alunos ou forçando a substituição pelas ideias científicas.

González, Escartín e Pérez (2002) realizaram um estudo sobre a formação de professores de ciências a partir de suas ideias prévias, em um curso de qualificação pedagógica. Para os autores, embora nos últimos anos se tenha destacado a importância das ideias prévias das crianças e adolescentes, na formação inicial dos professores isso não é uma realidade, haja vista que seguem “enchendo os professores de conteúdos como se estes nunca houvessem estado em sala de aula” (GONZÁLEZ; ESCARTÍN; PÉREZ, 2002, p. 65). Segundo os autores, este quadro não muda no âmbito da formação

continuada dos professores, que são tratados como “inexperientes” e com ideias homogêneas, desconsiderando suas histórias profissionais e suas crenças e concepções didático-pedagógicas.

Para tentar superar esse quadro, os autores utilizam uma metodologia intitulada “dualidade professor-aluno”. Trata-se de um mecanismo de conflito cuja ênfase está na dualidade professor-aluno, consistindo:

Em determinados momentos os participantes atuam como professores iniciais, que analisam as repercussões em seu trabalho como docentes quando preparam, executam e avaliam o ensino de um tema, e em outras participam como alunos (na qualidade de aprendiz de temas conhecidos por sua condição de estudante durante anos). Em ambos os casos resolvem uma problemática idêntica. (GONZÁLEZ, ESCARTÍN, PÉREZ, 2002, p. 69)

Os professores atuam, portanto, nos dois “papéis”, de alunos e professores. Assim, segundo os autores, se tornam “vítimas” de suas concepções profissionais, e é nesse momento que surge o conflito. Essa dualidade de papéis, aluno-professor, pode ser bastante interessante para investigarmos como os professores consideram as ideias de seus alunos. O conflito entre o que deseja fazer enquanto professor e o que se espera do curso enquanto aluno pode ser muito profícuo para potencializar desequilíbrios que permitam, ao professor, evoluir em suas concepções sobre as ideias de seus alunos, evoluindo assim sua própria concepção pedagógica e científica.

Outro artigo, que trata das concepções de professores, investiga que ideias têm os professores sobre as ideias dos alunos (LARKIN, 2012, p. 955), e conclui que:

Neste estudo, pode-se identificar uma maior propensão dos futuros professores em reconhecer a importância das ideias dos alunos, mas nem todos tomaram a mesma visão do seu papel e valor no ensino, que parecia estar intimamente ligado às crenças sobre como a aprendizagem ocorre.

Ainda nesta pesquisa o autor destaca cinco orientações sobre como lidar com as ideias dos alunos: (a) visualização das ideias dos alunos como evidência de ausência de conteúdo, erro; (b) como obstáculos para a compreensão das novas aprendizagens; (c) como ferramenta para os alunos iniciarem uma linha de pensamento em sala de aula ou manterem o interesse nas atividades; (d) como elemento de um ambiente positivo em sala de aula e (e) como matéria-prima para a aprendizagem.

Para Gustafson e Rowell (1995) os professores aprendem interagindo com ideias e experiências, dessa forma suas concepções de ensino e aprendizagem podem evoluir quando se mostram dispostos a pensar em si mesmos como aprendizes.

Os professores, em especial dos anos iniciais do Ensino Fundamental, possuem algumas dificuldades conceituais com relação ao ensino de Ciências (Langhi, 2009 e 2014a; Leite, 2002 e 2009; Bretones, 1999; Bartelmebs, 2012). Por um lado, muitos professores licenciados e pedagogos, não tiveram, em sua formação inicial, conteúdos voltados para a construção de diferentes habilidades para o trabalho com as ciências, que constituem o currículo, especialmente nos anos iniciais. Por outro lado, há uma predominância no entendimento de que os conteúdos não são construídos historicamente, mas sim segundo uma visão de ciência cumulativa e neutra. Além disso, o conhecimento destes professores sobre os conteúdos das séries nas quais trabalham provêm, muitas vezes, de sua própria formação escolar (PIMENTA, LIMA 2008, LANGHI, 2009).

Assim, é muito importante conceber as concepções de professores de ciências sobre as ideias dos alunos como um processo construtivo, complexo e progressivo. Porlán *et al* (2010, p. 31), em um estudo sobre uma proposta de mudança dos modelos didáticos dominantes na formação de professores, partindo de uma evolução das concepções dos professores sobre as ideias dos alunos, apontam como importante ponto para a evolução conceitual dos professores a construção de um “conhecimento prático profissional que supere dicotomias do tipo teoria-prática, conhecimento científico e didático,

etc.”. Os autores indicam que os obstáculos para a mudança conceitual são de origem endógena e exógena. Desde os conhecimentos culturais sobre a escola e sua função (especialmente a do professor), até o entendimento de alguns mitos pedagógicos do tipo: vencer o conteúdo, vencer o programa, etc.

Desenvolver essa concepção metodológica baseada na mudança do modelo didático do professor implica em compreender o conhecimento profissional para além de uma aplicação teórica.

Dar sentido a teoria em função dos problemas práticos é um processo complexo que requer estabelecer relações epistemológicas novas, criando significados originais e construindo um conhecimento diferenciado para uma problemática também diferenciada. (PORLÁN *et al*, 2010, p. 36)

Segundo Harres *et al* (2012), o conhecimento dos professores, da mesma forma que as ideias dos alunos, está em permanente evolução, não partindo do zero. Os processos de formação de professores devem considerar que sempre existe um conhecimento didático prévio, mesmo que o sujeito nunca tenha atuado como docente. Tal como a interação com o meio “forja” ideias das crianças sobre o mundo, a experiência escolar anterior impregna a visão didática do futuro professor.

Harres *et al* (2005) apresenta uma aplicação prática de um programa de formação inicial de professores de ciências, com o uso dos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP). A proposta parte da concepção de que os professores já possuem ideias sobre ensino e aprendizagem, decorrentes da sua prática profissional, sua história de vida e suas crenças epistemológicas e pedagógicas. Assim, para contribuir para a evolução dessas práticas, é preciso possibilitar espaços nos quais os professores possam refletir sobre o exercício docente de forma crítica, evolutiva e investigativa.

A perspectiva evolutiva, implícita neste modelo de formação profissional, implica em inovação e seleção de conceitos (HARRES, 2004) e também em uma visão construtiva do conhecimento, a qual implica em compreender a aprendizagem como um processo de “complexificação e evolução de conhecimentos já existentes”

(PORLÁN; MORAES, 2002, p. 24). É assumir uma postura de investigação na sala de aula, partindo dos conhecimentos que os alunos já possuem sobre o tema a ser trabalhado e, a partir dele ampliar o referencial dos alunos.

Em relação com a docência, investigar implica distanciar-se da relação acrítica das práticas tradicionais. Investigar permite construir significados para além dos estereótipos sobre a escola [...] investigar requer pôr em jogo processos reflexivos onde a interação social e as atividades metacognitivas se fortaleçam. (PORLÁN; MORAES, 2002, p. 36)

É importante destacar que “a opção pela perspectiva da complexidade, implica transição para uma forma complexa de entender o mundo. A partir disso emerge um novo entendimento para determinar o conhecimento escolar” (PORLÁN; MORAES, 2002, p. 35).

Em outro trabalho, Porlán *et al* (2011) apresentam a metodologia de intervenção e os resultados da pesquisa citada acima. A investigação foi realizada com cinco grupos de professores em formação inicial, cada um deles de disciplinas de didática das ciências, de contextos diferentes. A intervenção esteve baseada no “modelo de *Formação de Professores para Investigar a Prática*” (PORLÁN *et al*, 2011, p. 413, grifo dos autores). Nessa proposta de curso, abordaram-se as seguintes questões: Quais as ideias dos alunos sobre os conteúdos escolares? Como detectá-las e analisá-las? Que conteúdos programar tendo em conta essas ideias? Que sequência didática pode favorecer sua evolução?

A opção de abordar o tema das ideias dos alunos foi baseada no conhecimento de que “esta parece ser uma estratégia que facilita a mudança das concepções dos futuros professores e a ruptura com o modelo tradicional” (PORLÁN *et al*, 2011, p. 414). Como resultado, os autores encontraram alguns obstáculos na evolução dos conceitos desses futuros professores, um deles é que “os que vão ser professores tendem a se preocuparem mais com eles mesmos do que com os alunos” (PORLÁN *et al*, 2011, p. 421).

Isso pode ser configurado como um “absolutismo epistemológico”

(HARRES; PORLÁN, 2010). O professor acaba centrando-se em sua própria perspectiva e, assim, não compreendendo as ideias dos seus alunos. E, alguns obstáculos “*guardam relação com uma visão limitada de como aprendem os alunos*” (PORLÁN *et al*, 2011, p. 427, grifo dos autores).

As conclusões dos autores demonstram que, em geral, não é possível observar superação dos obstáculos epistemológicos em um período de curto prazo. No entanto, também é possível afirmar que “quando adotamos nos cursos e disciplinas uma orientação: construtivista, crítica e metarreflexiva parece que a mobilização e a mudança se favorecem e ativam” (PORLÁN *et al*, 2011, p. 427).

Considerações finais

Ao retomarmos as epígrafes utilizadas ao início deste artigo, lembramos a importância de visualizarmos o ensino a partir da perspectiva do aluno, isto é, buscando compreender a lógica com que ele formula seu pensamento. As ideias dos alunos não são apenas instrumentos úteis para se trabalhar de forma contextualizada, mas, para além, indicam a lógica do pensamento das crianças e adolescentes, que muitas vezes não segue a mesma estrutura que a do conhecimento escolar.

Harres *et al* (2012, p. 63) ao realizar uma revisão sobre pesquisas de cunho construtivista, que tratam da temática das ideias dos alunos na formação inicial de professores de ciências, aponta que: “De modo geral, a evolução das concepções e práticas dos futuros professores em direção a uma maior consideração das ideias dos alunos parece ser um processo mais complexo do que somente implementar um currículo formativo inovador”.

Isto é, não obstante muitos pesquisadores tenham se preocupado em pensar contextos curriculares inovadores, é preciso compreender que a formação dos professores deve levar em conta as dificuldades que existem na evolução conceitual dos professores. Isso porque, admitir que os alunos já possuam ideias ao chegarem à sala de aula, e que essas mesmas ideias acabam não sendo alteradas pelo

ensino, implica em uma visão complexa e evolutiva das ideias dos alunos e, de mesma forma, das próprias ideias dos professores.

Dessa forma, é possível investigar o pensamento do professor acerca do que pensa sobre as ideias de seus alunos e, assim, desconstruir a imagem negativa que se têm sobre o “erro” e, ao mesmo tempo, valorizar a visão de mundo construída pela criança e pelo adolescente. Assim, talvez, seja possível que os professores compreendam como e por que seus alunos não compreendem. Acreditamos que esta é uma mudança que traria muitos avanços para o ensino de Ciências, propiciando uma reestruturação curricular profunda e quiçá, em toda a estrutura escolar.

Referências

AGUIAR, Orlando Gomes. As três formas de equilibração: análise do material didático de um curso de eletricidade básica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, v. 16, n 1. p. 72-91, 1999.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini. A informática educativa na usina ciência da UFAL. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2, *Anais do II ... UFAL*, 1991.

ARRUDA, Sergio M.; VILLANI, Alberto. Mudança conceitual no ensino de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 11, n. 2: p.88-99, ago.1994.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph, D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ASTOLFI, Jean Pierre; DEVELAY, Michel. *A didática das ciências*. 4ª ed. Papirus: Campinas, 1995.

ASTOLFI, Jean Pierre. *El error como un medio para enseñar*. Sevilla: Díada, 1997.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

BARTELMÉBS, Roberta Chiesa. *O ensino de Astronomia nos anos*

iniciais: reflexões produzidas em uma comunidade de prática. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da vida e saúde, FURG, Rio Grande, 2012.

BARTELMES, Roberta Chiesa. Psicogênese e história das ciências: Elementos para uma epistemologia construtivista. *Revista Ensaio*, v.16, n. 2, p. 147-165, maio-ago. 2014.

BARTELMES, Roberta Chiesa; HARRES, João Batista Siqueira. Um estudo inicial sobre o que é preciso saber para compreender as estações do ano. In: Seminário Internacional em Educação em Ciências.3. *Anais do III SINTEC*. Rio Grande, 2014.

BOVET, Magali ; PARRAT-DAYAN, Silvia ; VONECHE J. Comment engendrer une explication causale par apprentissage ? Le rôle du dialogue. *Enfance*, v. 40, n. 4, p. 297-308 1987. Disponível em : < <http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/enfan> >. Acesso em Jan. 2014.

BRETONES, Paulo S. *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil*. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências. UNICAMP, Campinas, 1999.

CUBERO, Rosario. Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales. ¿Distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la escuela*, n. 23, p. 33-42, 1994.

DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHEN, Andree. (Org.) *Children's ideas in science*. Milton Keynes, Inglaterra: Open University Press, 1985.

DUIT, Reinders. *Bibliography – STCSE Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*, 2009. Documento impresso. Disponível em: < archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse >. Acesso em julho 2015.

DUIT, Reinders; TREAGUST, David. F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 3, p.671-688, 2003.

EICHLER, Marcelo Leandro; PARRAT-DAYAN, Silvia; FAGUNDES, Léa da Cruz. Concepções de adolescentes e de adultos sobre as

mudanças de estado do éter. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 7, n.1, p. 131-156, 2008.

GARCÍA, José Eduardo Díaz. La transición desde un pensamiento simple hasta un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la escuela*, n. 27, 1995.

GARCÍA, José Eduardo Díaz. Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental. *Investigación en la Escuela*, n. 37, p. 15-31, 1999.

GARCÍA, Rolando. *O conhecimento em construção: das reformulações da teoria de Jean Piaget à Teoria dos Sistemas Complexos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

GILBERT, John K.; OSBORNE, Roger, J.; FENSHMAN, Peter J. Children's science and its consequents for teaching. *Science Education*, n. 66, v. 4, p. 623-633, 1982.

GONZÁLEZ, Fernández J.; ESCARTÍN, Elórtogui, N.; PÉREZ, Medina, M. Formación de profesorado de Ciencias de la Naturaleza, de Educación Secundaria, a partir de sus ideas previas. *Investigación en la Escuela*, n. 47, 2002.

GUSTAFSON, Brenda. J.; ROWELL, Patricia. M. Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. *International Journal of Science Education*, v. 17, n. 5, p. 589-605, 1995.

HARRES, João Batista Siqueira. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 3, pp. 197-211, 1999.

HARRES, João Batista Siqueira. Como evoluem os conceitos científicos? Uma abordagem darwiniana. In: VI Semana da Biologia do Vale do Taquari, 2004, Lajeado - RS. In: Semana da Biologia do Vale do Taquari. 6. *Anais da VI... Lajeado - RS: HUNIVATES*, 2004.

HARRES, João Batista Siqueira; PORLÁN, Rafael. La epistemología evolucionista de Stephen Toulmin y la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, n. 39, 1999.

HARRES, João Batista Siqueira; PORLÁN, Rafael. Progressão das

concepções de futuros professores sobre as ideias dos alunos na área de ciências. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 12. *Anais do XII ... Águas de Lindóia*, 2010.

HARRES, João Batista Siqueira; PIZZATO, Michelle Camara; SEBASTIANY, Ana Paula; FREDEBON, Flaviane; FONSECA, Magda Cristiane; HENZ, Tatiane. *Laboratórios de ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências*. v.1 Santo André: ESETec, 2005.

HARRES, João Batista Siqueira; PIZZATO, Michelle Camara; SEBASTIANY, Ana Paula; CENCI, Danielle; EIDELWEIN, Giane; DIEHL, Ivan Francisco; MÖRS, Marlete. As ideias dos alunos nas pesquisas de formação inicial de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, p. 55-68, 2012.

KRASILCHIK, Myrian. Reformas e realidade: o caso do ensino das Ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n.1, 2000.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 5ª Ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1997.

LANGHI, Rodolfo. *Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: repensando a formação de professores*. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LANGHI, Rodolfo. Propostas de atividades práticas de Astronomia para o Ensino Fundamental. In: SILVA, João Alberto; BARTELMÉBS, Roberta Chiesa. *Pesquisa e práticas para o ensino de Ciências nos anos iniciais*. Curitiba: CRV, 2014.

LARKIN, Douglas. Misconceptions about “misconceptions”: preservice secondary science teachers’ views on the value and role of student ideas. *Science Education*, v. 96, n. 5, p. 927–959, 2012.

LEITE, Cristina. *Os professores de ciências e suas formas de pensar a Astronomia*. 2002. 165f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Educação. USP, 2002.

LEITE, Cristina; HOSOUME, Yassuko. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de Astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 8, n. 3, p. 797 – 811, 2009.

LIMA, Márcio Roberto de. *Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no Ensino Superior*. 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, UFSJ, Minas Gerais, 2009.

MOREIRA, Marco Antonio. A mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MORRINSON, Judith, A.; LEDERMANN, Norman. G. Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. *Science Education*, v. 87, n. 6, p. 849-867, 2003.

MORTIMER, Eduardo F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, v. 4, n. 3, p. 267-285, 1995.

OSBORNE, Roger; FREYBERG, Peter. *El aprendizaje de las ciencias*. Influencia de las "ideas previas" de los alumnos. 3ª ed. Madrid: Narcea, 1998.

OSBORNE, Roger; TASKER, Ross. Cap. 12. Presentar las ideas de los niños a los profesores. In: OSBORNE, Roger; FREYBERG, Peter. *El aprendizaje de las ciencias*: Influencia de las "ideas previas" de los alumnos. 3ª ed. Madrid: Narcea, 1998.

OTERO, José. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el papel de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n.1, p.17-22, 1990.

PAPERT, Seymour. *Logo: computadores e Educação*. Brasiliense, São Paulo, 1985.

PETROSINO, Jorge. *¿Cuánto duran los aprendizajes adquiridos?* El dudoso ideal del conocimiento ideal. Buenos Aires: Novedades Educativas, 2000.

PIAGET, Jean. *A representação do mundo na criança*. Rio de Janeiro: Record, 1994.

PIAGET, Jean. *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

PIAGET, Jean; GARCÍA, Rolando. *Psicogênese e história das ciências*. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

PIAGET, Jean; INHELDER, Barbel. *La genese de l'ideé d'hasard cher l'enfant*. Paris: Presses Universitaire de France, 1951.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. *Estágio e docência*. 3ª Ed. (Coleção docência em formação. Série saberes pedagógicos). São Paulo: Cortez, 2008.

PORLÁN, Rafael. *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores*. 1989. 506f. Tese (Doctorado). Departamento de didáctica de las ciencias, Universidad de Sevilla, Sevilla, 1989.

PORLÁN, Rafael; MORAES, Roque. Projeto Investigação e Renovação Escolar: opções de uma hipótese de progressão educativa. *Educação*, Porto Alegre, ano XXV, n. 47, p.23-44, jun. 2002.

PORLÁN, Rafael; DEL POZO, Rosa Martín; RIVERO, Ana; HARRES, João Batista Siqueira; PIZZATO, Michelle. El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 29, n. 3, p. 353 - 370, 2011.

PORLÁN, Rafael; DEL POZO, Rosa Martín; RIVERO, Ana; HARRES, João Batista Siqueira; PIZZATO, Michelle. El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico e formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 28, n. 1, p. 31 – 46, 2010.

POSNER, George J.; STRIKE, Kenneth A.; HEWSON, Peter W.; GERTZOG, Willian A. Accommodation of a science conception toward a theory conceptual change. *Science Education*. v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª ed. ArtMed: Porto Alegre, 2005.

POZO, Juan Ignacio; PÉREZ, Maria Del Puy; SANZ Angeles; LIMÓN, Margarita. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, n. 57, p. 3-22, 1992.

TEIXEIRA, Sonia Krapas; QUEIROZ, Glória. Até quando os alunos

vão inventar forças? In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 4. *Anais do IV EPEF*, Florianópolis, 1994.

TORRE, Saturnino de La. *Aprender com os erros: O erro como estratégia de mudança*. Porto Alegre: ArtMed, 2007.

TOULMIN, Stephen. *La comprensión humana I: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza, 1997.

TREAGUST, David F.; DUIT, Reinders. Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies in Science Education*, v. 3, n. 2, p. 297-328, 2008.

VALENTE José Armando (org). *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas: Unicamp/NIED, 1996.



Educação em Astronomia

Guilherme Frederico Marranghello¹

Introdução

Ao final da tarde, o Sol começa a desaparecer no horizonte. Enquanto o Universo conspira em seu eterno movimento, o azul do céu começa a dar lugar aos tons mais avermelhados. Quando os raios de Sol iluminam outra parte de nosso pequeno planeta azul surge a visão de um céu pontilhado de estrelas. Algo diferente aparece, uma pequena bolinha avermelhada... é Marte. Outros objetos celestes nos brindam com sua beleza. Dentre os mais conhecidos, a Lua. Se você estiver em um local bastante escuro deve perceber: a Nebulosa de Órion, próximo às Três Marias; duas “nuvens” no céu limpo, a Pequena e a Grande Nuvem de Magalhães; com sorte, alguma Estrela Cadente; certamente, uma mancha esbranquiçada demarcando a direção da Via Láctea. Com um pequeno telescópio ainda é possível ver os anéis de Saturno e as Luas Galileanas de Júpiter, encontrar alguns Aglomerados Globulares, desbravar as crateras da Lua e as fases de Vênus.

Em 2009, pouco tempo depois da criação da Unipampa, a Unesco decretou aquele como sendo o Ano Internacional da

¹ Docente da Unipampa/Campus Bagé. Contato: guilhermemarranghello@unipampa.edu.br

Astronomia. Desde então, uma forte movimentação tem buscado levar às pessoas um pouquinho desde maravilhoso Universo que tanto nos encanta, seja na forma de ações de divulgação e popularização da Astronomia, como na promoção de seus conteúdos em sala de aula. Quando da criação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, na Unipampa, um componente curricular sobre o ensino de Astronomia não poderia ficar ausente. Seja pela importância e relevância da Astronomia no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, quanto pela carência na formação dos professores de Educação Básica.

Este texto não tem a menor pretensão de esgotar o tema, nem mesmo de servir como material didático. A intenção é apresentar uma breve reflexão sobre a importância de discutir Astronomia em sala de aula e apresentar algumas abordagens para o assunto. Esperamos que, ao final deste texto, o leitor vislumbre um universo de possibilidades.

Por que ensinar Astronomia na escola?

A pergunta colocada acima deve ser a primeira indagação a ser respondida por um professor, não apenas para o conteúdo relacionado à Astronomia, mas para qualquer conteúdo que ele pretenda colocar dentro da sala de aula, na vida de seus alunos. Enquanto um professor não estiver convencido da importância e relevância de um determinado conteúdo para a formação de uma criança ou jovem, não deve introduzi-lo na sala de aula. Ao tentar inserir um assunto, o qual o próprio professor não considera útil para a construção de um cidadão crítico e responsável, o único resultado possível será a descrença do aluno. Assim, começamos nossa discussão sobre a importância da Astronomia.

A contemplação dos astros tem início a milhares de anos, seguidos do reconhecimento dos movimentos aparentes cíclicos do Sol e da Lua. São pinturas rupestres em cavernas; construções medievais que deixaram o registro da passagem de cometas e explosões de supernovas; marcação de estações do ano; construções com mais de 5.000 anos na Irlanda e registros milenares de calendários e

constelações vindos da China. Maias, Incas, Egípcios, Babilônios e muitos outros povos somam-se aos Gregos nos registros e primeiros estudos que deram início a ciência chamada Astronomia. Recomendamos a leitura do livro de Couper e Henbest (2009) para uma introdução à história da Astronomia.

Desta forma, a Astronomia começa a trilhar seu caminho quando revela à humanidade as inúmeras possibilidades de marcação de tempo (dias, meses, anos...) através do reconhecimento do movimento do Sol e das estrelas, bem como na evidência das fases da Lua. Mais tarde, a Astronomia ganha importância no período das grandes navegações, quando as estrelas guiavam aqueles que se aventuravam longe das costas (sejam eles polinésios ou europeus). Também recomendamos a leitura do *Os caçadores de Vênus: a corrida para medir o céu* (Wulf, 2012), que trata de um empreendimento mundial, lançado em pleno século XVIII, com a finalidade de medir o trânsito de Vênus e, enfim, determinar com grande precisão a distância entre a Terra e o Sol.

Mas o leitor pode estar ansioso por algo mais atual, além de não se contentar com o fato de que a Astronomia contribui para a compreensão do Universo como um todo e busca respostas para as perguntas mais repetidas no mundo: De onde viemos? Quem somos? Para onde vamos? Estamos sós no Universo? Pois bem, daremos um salto na história, chegando às vésperas da ida do homem à Lua. O desenvolvimento tecnológico da época deu início à Era da Informação. Se não fosse por Johannes Kepler e Isaac Newton (e muitos outros, é claro) não saberíamos colocar um satélite em órbita da Terra. Satélites estes, que são essenciais para o monitoramento ambiental e climático, bem como para a telecomunicação. Podemos ainda destacar o papel de observatórios espaciais, como o Telescópio Soho (*Solar and Heliospheric Observatory*), responsável pelo monitoramento solar. Esta atividade é essencial para a atividade dos demais satélites, uma vez que estes não estão protegidos dos perigos da radiação solar (a atmosfera nos protege deste ambiente mais hostil). Para imaginar sua vida sem a existência de satélites, você precisa retirar da sua vida o GPS, o telefone celular e até mesmo aquelas imagens que você vê nos telejornais informando a previsão do clima.

A Astronomia é a ciência que estuda os astros e, por muito tempo, o que acontecia na esfera celeste superior era regido por leis diferentes das leis que regiam os movimentos dos corpos aqui na Terra. Uma grande mudança começa a ocorrer no século XVII, quando se descobre que as mesmas leis que regem os movimentos dos corpos terrestres também regem o movimento dos astros. Mais que isso. A ciência é universal, e tudo o que acontece na Terra é regido pelas mesmas leis que regem tudo o que acontece no céu. Desta forma, o estudo da Astronomia pode nos levar a compreensão de fenômenos relevantes para a nossa vida cotidiana. O elemento Hélio, que contém dois prótons, dois nêutrons e dois elétrons foi primeiro descoberto no Sol, através da espectroscopia, para depois ser encontrado na Terra.

Ainda poderíamos falar muito mais, seguindo a linha do desenvolvimento tecnológico para a construção de telescópios, o que nos levou, por exemplo, à máquina fotográfica digital. A corrida espacial, que nos levou ao desenvolvimento de técnicas de desidratação dos alimentos, treinamento físico, materiais utilizados em esportes, roupa de proteção ao fogo utilizada por bombeiros e, até mesmo, o desenvolvimento da caneta esferográfica. Este capítulo poderia versar somente sobre as contribuições da Astronomia ao desenvolvimento tecnológico, mas esperamos que o leitor satisfeito com estas informações esteja ansioso para dar prosseguimento ao texto.

Passamos agora para uma nova etapa da pergunta feita no inicial: Por que ensinar Astronomia “na escola”? Se já sabemos porque a Astronomia é importante, também já sabemos porque é importante ensiná-la, mas desejamos aprofundar a discussão sobre a relação entre a Astronomia e a Escola, e porque a Astronomia tem “superpoderes” dentro da escola. Para descobrir o primeiro superpoder da Astronomia pergunte a um grupo de jovens/crianças quem gosta de Física. A resposta mais comum é: “blurg, blerg, buuuh, odeio Física!”. Em seguida, pergunte quem gosta de Astronomia e perceberá a diferença, entretanto, acabamos de tentar convencê-lo de que os fenômenos da natureza que acontecem aqui na Terra (Física) são os mesmos que ocorrem em todo o Universo

(Astronomia), ou seja, o primeiro superpoder da Astronomia é o seu apelo, carisma e beleza natural.

O segundo superpoder da Astronomia não age sobre os alunos, mas sim sobre os professores. Aquele professor que decide se dedicar ao ensino da Astronomia não se contenta mais (ou é impedido pela Astronomia) em repetir equações e regras em aulas enfadonhas. O professor que se dedica ao ensino da Astronomia debate, discute e, até mesmo, ensina equações. Assim, vem junto, o terceiro superpoder: a formação de um cidadão crítico, capaz de compreender e agir no mundo que o rodeia. Para atingir um objetivo como este, também contemplado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDBs) – por muitos considerados apenas como documentos burocráticos –, é preciso romper com aulas de repetição de equações, fórmulas e regras.

Estes mesmos documentos, dentre tantos livros e artigos publicados em revistas de educação e/ou ensino de Ciências, repetem ao máximo o “mantra” da interdisciplinaridade. Eis aí aonde encontramos mais um superpoder: a Astronomia é naturalmente interdisciplinar (embora possa ser corrompida por professores inescrupulosos que tentam apoderar-se deste Santo Graal). A Astronomia é tão interdisciplinar que a Geografia é a sua porta de entrada na escola, falando de sistema de coordenadas, Equador, trópicos, movimentos celestes e estações do ano, mas é geralmente na Física em que se aprofunda o conhecimento sobre esta ciência “superpoderosa”.

É quase impossível separar a Astronomia, por exemplo, da História e da Filosofia, já que os primeiros astrônomos eram filósofos. E a literatura ainda pode ser o caminho a ser trilhado, buscando nas obras, por exemplo, de Galileu, as discussões entre Simplicio, Salviati e Sagredo². Obras estas que foram tão difundidas graças ao seu contemporâneo, Gutemberg, inventor da prensa de tipos móveis.

² São três personagens da obra *Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo* (no original, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*) escrito por Galileu Galilei em 1632. Obra marcante da Revolução Científica.

São poesias, músicas e romances que invocam a Astronomia a todo instante, como a Via Láctea, de Olavo Bilac ou Tendo a Lua, dos Paralamas do Sucesso. Matemática? Esta é fácil, pois os gregos que deram grande contribuição ao conhecimento da humanidade eram craques em geometria. Eratóstenes usou relações entre triângulos e a circunferência terrestre para determinar o raio de nosso planeta. Hoje, escolas repetem seu feito dentro do Projeto Eratóstenes. Isso sem falar das medidas de paralaxe ou de órbitas elípticas.

Mesmo com toda esta potencialidade, a Astronomia ainda parece relegada a um segundo plano dentro das escolas e das universidades. Isto porque um ciclo que conspira contra a Astronomia ainda não foi quebrado. Atualmente sofremos com a falta de professores formados em suas áreas de atuação. As disciplinas de Física e Química, dentre tantas outras, são ministradas por professores formados em outras licenciaturas ou, até mesmo, em cursos que não são voltados à formação de professores. Como estes professores poderiam ensinar Astronomia sem nunca ter tido contato com esta área do conhecimento? Como a Astronomia poderia realmente utilizar todo seu superpoder da interdisciplinaridade, se apenas nos cursos de Física ela está presente. A situação ainda se torna mais aterrorizante quando descobrimos que muitos (ou até a maioria) dos cursos de Física não contêm disciplinas voltadas ao ensino da mais antiga e bela das ciências. Assim, os professores formados por estas instituições não são capazes de levar ao aluno da Educação Básica um mínimo de conhecimento sobre Astronomia. Este aluno, ao se tornar professor, fechará este ciclo maléfico que toma conta não apenas da Astronomia, mas de tantas outras áreas do conhecimento relegadas ao segundo plano por currículos atrasados ou ditados por vestibulares e ENEMs³.

Neste ponto, damos início a uma nova discussão, à qual consideramos de extrema relevância:

³ Exame Nacional do Ensino Médio. Prova elaborada pelo Ministério da Educação para verificar o domínio de competências e habilidades dos estudantes que concluíram o Ensino Médio.

Por que ensinar Astronomia em cursos de Pós-Graduação?

A pergunta colocada acima pode ser ainda mais específica, discutindo o porquê de ensinar Astronomia em cursos de pós-graduação voltados para professores da Educação Básica, seja em cursos de especialização ou nos mestrados profissionais. Ao especificar esta pergunta, respondemos recorrendo ao exposto nos parágrafos anteriores: os professores que atuam na Educação Básica não possuem formação em Astronomia. É importante salientar que não apontamos culpados para esta situação. A educação se tornou vítima de um sistema em que os formadores e, principalmente, os formados em licenciatura estão totalmente isentos de qualquer culpa sobre esta situação. Entretanto, esta isenção tem um limite: acomodar-se no banco da mediocridade e da ignorância. Aqueles que buscam o aperfeiçoamento em cursos de especialização e/ou mestrado profissional não se contentam em permanecer sentados nestes assentos, desejam ficar de pé, caminhando ou correndo em busca do conhecimento para, de posse destes superpoderes, melhorar sua condição de trabalho: a Educação.

Uma pergunta leva a outra e a dificuldade parece estar em conciliar, dentro de uma mesma disciplina, alunos formados em Física, Química, Biologia e Matemática; alunos com alguma formação em Astronomia; alunos sem formação em Astronomia, mas que se mantém informados sobre a área; e alunos sem nenhum conhecimento sobre Astronomia. Felizmente, como já expusemos anteriormente, a Astronomia é naturalmente interdisciplinar e diferentes/diversas abordagens podem ser utilizadas. Até então, no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Unipampa (MPEC), temos adotado a prática de um trabalho misto entre a discussão dos conteúdos de Astronomia propriamente ditos e as atividades voltadas ao ensino da Astronomia. Como mencionado, o ponto crucial adotado é uma conversa inicial com os estudantes, questionados sobre sua formação, ao longo dos cursos de graduação, confrontados com suas concepções sobre a Astronomia (e não são poucas nossas concepções alternativas) e, principalmente, chamados ao trabalho

prático de construção de aulas, a partir de suas próprias perspectivas, contendo a inserção da Astronomia em sala de aula. Como as turmas do MPEC acontecem em número pequeno de alunos, o trabalho a partir da concepção dos alunos não é de grande exigência, sendo muito aconselhável o trabalho com a metodologia de Ensino sob Medida (EsM)⁴.

A disciplina de Astronomia não visa, de forma alguma, formar um sujeito para lecionar uma disciplina de Astronomia na Educação Básica. Não visa sequer formar o sujeito para trabalhar durante um trimestre letivo. Este objetivo destina-se aos mestrandos cujo trabalho específico de dois anos de duração busca alternativas para a inclusão da Astronomia na sala de aula. Um componente curricular visa apenas dar linhas gerais sobre o tema e permitir ao aluno/professor ter uma formação capaz de contextualizar alguns de seus problemas na área de Astronomia ou permitir que, vislumbrando a relação de seu tema de trabalho em sala de aula, insira alguns tópicos relacionados à ciência que estuda o nosso lar: o Universo.

Com este viés, é necessário apresentar alguns livros, revistas, artigos e sites voltados à Astronomia, a popularização da Astronomia ou ao ensino de Astronomia. Nestes textos, o leitor mais interessado poderá encontrar uma grande variedade de propostas que visam difundir a Astronomia, seja em sala de aula, em ambientes virtuais ou em ambientes de Educação Não-Formal. O primeiro texto a ser apresentado é o livro organizado por Longhini (2010), que traz algumas experiências e práticas pedagógicas, desde a sala de aula, passando pela formação de professores, chegando ao livro didático e aos planetários. Na mesma linha, de textos obrigatórios para o leitor interessado em Educação em Astronomia, mas desta vez mais direcionado à formação de professores, o livro de Langhi e Nardi (2012) é igualmente essencial. Ainda falando de livros, o leitor pode aprender mais sobre Astronomia e suas práticas lendo *O Céu e a*

⁴ Do original Just-in-Time Teaching (JiT), metodologia que requer que o aluno assuma a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando alguma tarefa prévia, usualmente de leitura.

Terra em que vivemos, textos inspiradores de Rodolpho Caniato (2011, 2007).

Àqueles que não conseguiram desvendar a maravilha da Educação em Astronomia neste pequeno texto introdutório recomendamos estas leituras, que certamente, ao longo de suas 100 ou 200 páginas, irão versar com muito mais consistência sobre as maravilhas do Universo e sobre o quão libertador é conhecimento sobre o Cosmos.

Ainda apresentando alguns livros, mas agora dedicados à Astronomia, é necessário lembrar de dois excelentes exemplares. O primeiro, de Kepler e Saraiva (2004), possui uma versão online, constantemente atualizada no site astro.if.ufrgs.br. O livro versa desde a Astronomia de posição, passando pela evolução estelar e chegando à busca de planetas fora do Sistema Solar. Associado ao hipertexto, fornece conteúdo e material para o professor montar suas aulas. Já o livro de Comins e Kaufmann (2010) fornece um riquíssimo material de apoio ao professor, repleto de ilustrações e de outros recursos que facilitam a assimilação do conteúdo, podendo ser utilizado com a metodologia de Instrução pelo Colega (Araujo e Mazur, 2013) através do uso de cartões ou *clickers*.

Voltando nossa atenção para revistas, nas quais são publicados os trabalhos sobre ensino de Astronomia, não podemos deixar de citar a *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF), o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF), a *Física na Escola* (FnE) e a *Revista Latino Americana de Educação em Astronomia* (RELEA), dentre tantas outras. Muitas são as revistas voltadas ao ensino de Física ou ao ensino de Ciências que trazem, ocasionalmente, ou frequentemente, artigos voltados à Astronomia, como é o caso da RBEF, mas ressaltamos aqui a importância da RELEA, uma revista voltada especificamente ao tema Educação em Astronomia. Ao falarmos de livros de divulgação da Astronomia, não podemos deixar de citar dois autores: Carl Sagan e Marcelo Gleiser, cujas obras são mundialmente famosas, ou do saudoso Ronaldo Mourão. Estes livros tem o poder de encantar, atrair, instigar e apaixonar. Eles podem ser os Cupidos da Astronomia. Eles podem lançar o aluno em um

oceano de conhecimento, fornecendo o que alguns autores preferem chamar de subsunçores, conhecimentos prévios, ancoradouros...

Antes de adentrar especificamente na discussão sobre as práticas pedagógicas voltadas ao ensino de Astronomia dentro da sala de aula, é necessário conversarmos sobre alguns projetos que podem dar apoio ao professor interessado no ensino da Astronomia. O primeiro, não poderia ser diferente, é a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), através da qual o professor pode iniciar-se no mundo da Astronomia e inserir sua escola em atividades de caráter nacional e internacional. Além disso, no site⁵ da OBA o professor irá encontrar um riquíssimo material de apoio pedagógico.

O projeto do Observatório Educativo Itinerante da UFRGS⁶ oferece a oportunidade de cursos de formação em Astronomia para professores, associado a sessões de observação do céu. O projeto de extensão da Unipampa, Astronomia para Todos⁷, oferece cursos e palestras, bem como sessões com o Planetário. Não podemos deixar de fora os recorrentes cursos à distância do Observatório Nacional⁸, o Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia da USP⁹, as atividades do Museu de Astronomia e Ciências Afins¹⁰ e, por último, mas não menos importante, o Projeto Eratóstenes¹¹, que congrega escolas com o intuito de repetir um histórico experimento capaz de medir o tamanho da Terra. As Prefeituras ou Secretarias de Educação ainda podem ambicionar mais e, quem sabe, atrair um Encontro Regional de Ensino de Astronomia¹².

Estes projetos, dentre tantos outros espalhados pelo Brasil, podem servir como inspiração, iniciação e apoio às atividades daqueles que

⁵ Disponível em: www.oba.org.br

⁶ Disponível em: www.if.ufrgs.br/oei

⁷ Disponível em: porteiros.s.unipampa.edu.br/planetario

⁸ Disponível em: www.on.br

⁹ Disponível em: www.iag.usp.br

¹⁰ Disponível em: www.mast.br

¹¹ Disponível em: sites.google.com/site/projetoerato/

¹² Disponível em: <http://www.erea.ufscar.br/>

sonham em inserir um pouquinho de Astronomia em suas salas de aula – ou fora delas, sob a luz do luar e das estrelas. Também é preciso fazer um grande alerta: não se flerta com a Astronomia à toa. Você será encantado como se esta fosse uma sereia e vai passar a desejar virar noites observando os astros, vai desejar conhecer todos os observatórios e planetários que estiverem ao seu alcance. Prepare-se, pois como um Buraco Negro, a Astronomia não vai te deixar escapar.

O Ensino de Astronomia no Brasil

Aparentemente, o Ano Internacional da Astronomia instigou pesquisas sobre o ensino, a educação e a pesquisa em Astronomia no Brasil. Encontramos, neste ano, os trabalhos de Langhi e Nardi (2009) e Júnior e Trevisan (2009) voltados à discussão sobre o ensino de Astronomia. Anteriormente, uma revisão sobre as teses e dissertações que discutem a mesma temática foi apresentada por Bretones e Neto (2005).

Iniciando em uma ordem cronológica, Bretones e Neto (2005) encontraram apenas 13 dissertações de mestrado e três teses de doutorado voltadas ao ensino de Astronomia, sendo sete apenas na USP. Não pretendemos aqui refazer este estudo, mas sim discuti-lo e contribuir com alguns dados atualizados, após uma década da pesquisa original.

Tendo em vista os incontáveis sucessos na área de ensino de Ciências, 16 teses/dissertações voltados ao ensino de Astronomia, usando um jargão científico, é um número aproximadamente igual à zero. Desta forma, fica fácil entender porque a discussão sobre a inserção destes tópicos em sala de aula, seja no Ensino Fundamental, como no Ensino Médio ou Superior é tão recente e tão árdua. Agora, que compreendemos o quão recente é a pesquisa nesta área, podemos fazer uma breve avaliação de sua evolução.

Visitando alguns Programas de Pós-Graduação - Ensino de Física na UFRGS, Interunidades na USP e Educação para a Ciência na UNESP - não vislumbramos uma diferença muito grande no número de trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado voltados à

temática de ensino de Astronomia. Entretanto, acreditamos que este cenário possa melhorar, seja devido à, ainda recente, *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA)¹³, ou pela implementação de um Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia na USP, ou devido à recente organização dos Simpósios Nacionais de Educação em Astronomia (SNEA), ou ainda, pela valiosa contribuição de pesquisadores de todo o Brasil, mesmo que de forma isolada e pontual.

Analisando 20 anos de publicação em periódicos de ensino de Ciências, Júnior e Trevisan (2009) pretenderam traçar o perfil da pesquisa em ensino de Astronomia. Os autores pesquisaram 1772 artigos, dos quais selecionaram um total de 91 trabalhos com alguma referência à Astronomia, seja no título, resumo ou nas palavras-chave. Este número pode parecer pequeno (cerca de 5% do total), entretanto, se pensarmos no panorama já exposto, ao discutirmos os trabalhos de conclusão de mestrado e doutorado, e ainda compararmos à grande quantidade de áreas relacionadas, por exemplo, ao ensino de Física (Mecânica, Termodinâmica, Ondas, Física Moderna etc), este número passa a ser significativo. O problema reside quando os autores apresentam um gráfico mostrando uma estagnação (e até redução) no número de publicações. De 12 trabalhos publicados entre 85 e 89, temos um decréscimo até o período entre 2000 e 2004, quando foram publicados apenas 7 trabalhos. Não fossem as ações defendidas anteriormente, sobre a criação da RELEA, SNEA e tantas outras, voltadas à pesquisa em ensino de Astronomia, isto sim seria um dado alarmante.

A rara presença de uma disciplina específica sobre Astronomia, em cursos de graduação, é a discussão trazida por Langhi e Nardi (2009), que também apresentam, neste livro, algumas das atividades voltadas à divulgação e popularização da Astronomia no Brasil, seja através da Rede de Astronomia Observacional (REA), do Encontro

¹³ www.relea.ufscar.br/

Nacional de Astronomia (ENAST), da Associação Brasileira de Planetários (ABP) e dos projetos de extensão. Sem aprofundar na discussão, apresentam um panorama da educação formal, informal e não-formal, que persiste nos dias atuais.

A Formação de Professores em Astronomia

Langhi e Nardi (2004) apresentam “um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental” e, em 2005, rediscutem as dificuldades apresentadas nos discursos dos professores. Neste estudo, criticam a falta que a Astronomia faz nos cursos de formação de professores, ressaltando as concepções de senso comum e os problemas apresentados nos livros didáticos. Baseados nas dificuldades apresentadas pelos professores sugerem a preparação de cursos de formação continuada em Astronomia.

Iachel e Nardi (2009) trabalham sobre a afirmação inicial de que a Astronomia “praticamente não existe” na Educação Básica e que “os professores não conhecem adequadamente os conteúdos de Astronomia que deveriam ensinar”. Expõem seu trabalho partindo da premissa de que é importante conhecer a real necessidade de professores para a realização de um curso de formação continuada.

Os problemas e alternativas sobre a formação continuada de professores pode ser encontrada em vasta literatura (Langhi; Nardi (2009), Leite; Hosoume (2007), Darroz; Santos (2012, 2013), Langhi (2009). Entretanto, aproveitamos este momento para retornar à discussão sobre a importância dos espaços não-formais de educação, citando o trabalho de Damasio, Allain e Rodrigues (2013) que explora, ao mesmo tempo, um Clube de Astronomia, a divulgação científica e a formação de professores. Nesta mesma linha, citamos o trabalho de Trevisan e Lattari (2000), que utiliza as ferramentas que um Clube de Astronomia fornece para a formação continuada de professores de Ciências do Ensino Fundamental e Física do Ensino Médio.

A Educação Não-Formal e a Astronomia

Iniciando um tema sem encerrar o outro, lembramos do trabalho de Jacobucci, Jacobucci e Megid Neto (2009), intitulado *Experiências de formação de professores em centros e museus de ciências no Brasil*. Ainda de forma mais abrangente, Gruzman e Siqueira (2007) versam sobre o papel educacional do Museu de Ciências, e Marandino (2004) sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. Em um momento de discussão sobre o papel do museu, em especial o Museu de Ciências, Calvo e Stengler (2004) e Chinelli, Pereira e Aguiar (2008) discorrem sobre a interatividade nestes museus.

Voltando a atenção sobre a Astronomia, Falcão (2009) encontra 33 planetários fixos¹⁴ no Brasil, sendo que metade está na região sudeste. Observatórios, sejam eles grandes equipamentos pertencentes a universidades ou pequenos observatórios particulares, ou escolares, totalizam 74 instalações. Novamente a região sudeste possui o maior número de locais destinados à Astronomia (49). No VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Linhares e Nascimento (2009) mapearam os espaços de divulgação de Astronomia através da internet. Encontraram, neste estudo, 151 espaços entre observatórios, planetários, museus e centros de divulgação, sendo 99 observatórios e 35 planetários. Enquanto o estado de São Paulo contava com 31% destes espaços, o Rio Grande do Sul contava com pouco mais de 6%, ainda acima de toda a região Norte e Centro-Oeste, que juntas somavam pouco mais de 4%.

Este perfil demonstra a importância destes espaços e a necessidade da construção de novos planetários, observatórios e museus, de forma a ampliar o alcance da educação não-formal. No mesmo ENPEC, Romanzini e Batista (2009) transcorrem sobre a

¹⁴ Este é o número informado pelos autores. Não realizamos nenhum tipo de levantamento sobre o número de planetários no Brasil, porém acreditamos que este número tenha crescido consideravelmente.

importância dos planetários como espaços de educação não-formal. Neste estudo, encontraram 32 planetários. Já no primeiro Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Torres e colaboradores (2011) relatam sua experiência com um projeto itinerante de divulgação da Astronomia, em especial, com o uso de um planetário inflável, pelo interior da Bahia.

Sem o desejo de esgotar o tema (ou o leitor), fizemos até aqui uma breve revisão do material de livre acesso em publicações científicas nacionais e internacionais. Enfatizamos a necessidade do enlace entre a Escola e os espaços não-formais, seja na divulgação científica, no atendimento aos alunos ou na formação continuada de professores. A seguir, passamos a discutir algumas das possibilidades para a inclusão da Astronomia em sala de aula, seja através de breves inserções, como em um trabalho mais longo, com duração de semanas, meses ou até mesmo de todo um ano letivo.

Propostas Pedagógicas para o Ensino da Astronomia

Então, a pergunta inicial é: O que fazer? Junto com ela vem: Com que fazer? Como fazer? E tantas outras. Apresentamos aqui algumas possibilidades sobre o que fazer e como fazer. Certamente, a resposta para a pergunta “Com que fazer (estas atividades)?” vai depender do professor. Podemos fazer uma indicação de faixa etária, de conteúdos necessários para a discussão da proposta e, até mesmo, ousar responder com quem fazer, mas somente o professor que conhece seus alunos, que vivencia o dia a dia da escola poderá respondê-la com propriedade. Não há prática que substitua a teoria, nem teoria que substitua a prática. Apenas o caminhar de mãos dadas entre estas duas figuras poderá nos levar por um bom caminho.

As propostas que elencamos aqui estão relacionadas às cores das estrelas e aos movimentos dos astros, dentre outros. Utilizamos materiais simples e tecnológicos, recursos computacionais e manuais. Cabe ao professor fazer sua escolha, juntamente com os alunos.

O primeiro trabalho que comentamos aqui foi publicado na revista

Física na Escola¹⁵, em 2011, intitulado *Utilizando a câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas*¹⁶

Neste trabalho propomos o uso de uma máquina fotográfica digital para registrar imagens de duas constelações e, utilizando ferramentas gráficas simples, associar a cor das estrelas fotografadas à lei da radiação de Planck, estimando, de forma aproximada, a temperatura das estrelas que compõem tais constelações. Devemos deixar claro, neste momento do trabalho, que a estimativa da temperatura das estrelas é feita apenas de forma aproximada e não se pretende determinar com exatidão este valor. (MARRANGHELLO; PAVANI, 2011)

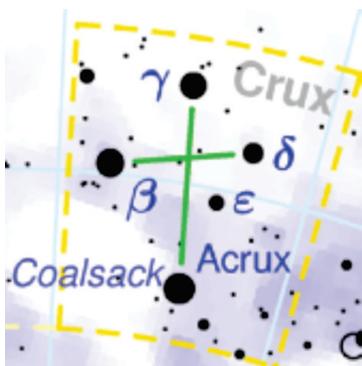
O leitor interessado deve procurar o artigo em sua íntegra, mas aqui pode saber que a prática toda é bastante simples, envolvendo como recursos apenas uma máquina fotográfica digital simples, na qual possa ser controlado o tempo de exposição da fotografia, e um editor de imagens (recomendamos o programa gratuito GIMP¹⁷, mas qualquer editor simples já é suficiente). A prática, de forma bastante simplificada, consiste em ir para um ambiente longe das luzes de postes e casas, fotografar uma constelação ajustando o tempo de exposição da máquina fotográfica (tente inicialmente com 15s) para que as estrelas pouco brilhantes apareçam na imagem. Depois, com um computador, aproximar a imagem de uma estrela individual, identificando sua cor. Recomendamos procurar constelações conhecidas com a presença de estrelas azuladas e avermelhadas. No trabalho citado, utilizamos o Cruzeiro do Sul, bastante conhecido.

¹⁵ Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/>

¹⁶ Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num1/cores-estrelas.pdf>

¹⁷ Disponível em: <http://www.gimp.org/>

Figura 1 – Cruzeiro do Sul.



Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Constelações>.

As estrelas mais brilhantes do Cruzeiro (á e â) aparecerão azuladas, já a estrela ã terá uma aparência mais avermelhada, indicando que sua temperatura é mais baixa que a temperatura das demais estrelas.

Figura 2 – Da esquerda para a direita, as estrelas á, â e ã da constelação do Cruzeiro do Sul.



Fonte: acervo do autor

O Cruzeiro do Sul ainda pode ser utilizado em outras atividades que discutam os efeitos da nossa latitude na observação dos astros, comparando com observações feitas em outras regiões do país. Como podemos nos localizar utilizando o Cruzeiro do Sul para

determinar a direção Sul? Ou ainda, como os povos indígenas enxergavam as constelações no céu?

Outra atividade que pode ser desenvolvida com o uso de uma máquina fotográfica digital pode ser sobre o movimento da Lua em sua órbita¹⁸ (TONEL; MARRANGHELLO, 2013). Aproveitando a similaridade entre o movimento aparente do Sol e da Lua, no céu que vislumbramos, o trabalho aponta para uma alternativa na discussão dos PCN+, dentro do tema Universo, Terra e Vida, na unidade temática Terra e Sistema Solar, em que diz que o aluno deverá “conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.)”.

Novamente, a ideia é bastante simples e consiste em fotografar a Lua, nascendo ou se pondo, com um intervalo de poucos dias.

Figura 3: Fotos da Lua se pondo em dias diferentes: 22 e 28 de junho

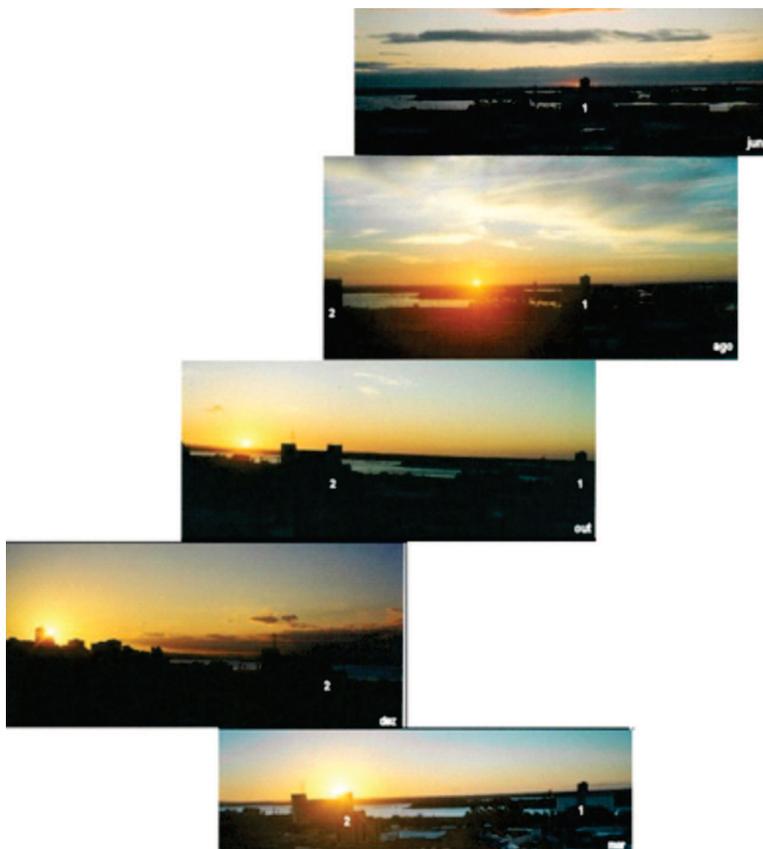


Fonte: Acervo do autor.

Observe como a Lua se põe em locais distintos com poucos dias de diferença. Este efeito também acontece com o Sol, entretanto, é necessário um período muito mais longo para observar esta variação da posição solar.

¹⁸ Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/352310.pdf>

Figura 4 – O Sol em diferentes épocas do ano



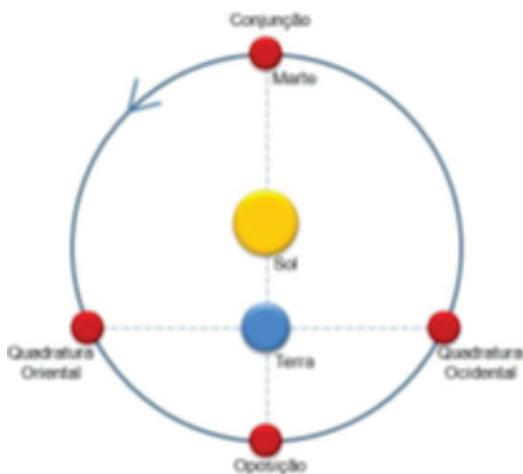
Fonte: Imagens extraídas do site http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm.

O que há de diferente e de similar na órbita da Lua ao redor da Terra e na órbita da Terra ao redor do Sol? Apesar das respostas serem simples, suas implicações são um pouco mais complicadas. Novamente, direcionamos o leitor para o artigo completo, publicado na RBEF. Rapidamente, a Lua completa uma volta ao redor da Terra em um mês, enquanto a Terra completa uma revolução ao redor do Sol em um ano. Isto faz com que alterações no movimento aparente da Lua se repitam dentro de um ciclo 12 vezes mais curto que as

alterações no movimento aparente do Sol.

Em artigo intitulado *Determinando a forma da órbita de Marte no Ensino Médio*¹⁹, Dutra e Goulart (2014) apresentam uma forma interessante de determinar a órbita de Marte, revivendo a epopeia de Johannes Kepler. A atividade envolve conceitos básicos de Astronomia, como a posição dos astros, mostrada na figura abaixo, e recursos práticos, realizados com material simples e barato.

Figura 5: Ilustração dos conceitos de quadratura, oposição e conjunção.

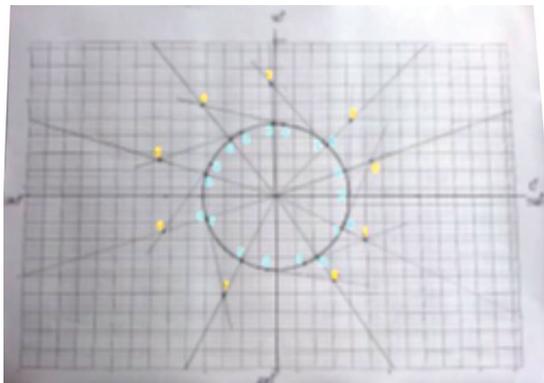


Fonte: Dutra e Goulart (2014)

Com transferidor, régua e papel milimetrado, um aluno de Ensino Médio pode utilizar os dados de posição de Marte e da Terra para, pouco a pouco, reconstruir o trabalho do famoso astrônomo alemão. Com esta atividade, representada na figura a seguir, um aluno pode, além de aprender alguns conceitos fundamentais de Astronomia, se envolver com a matemática dos ângulos e se habilitar no uso do transferidor, sem mencionar toda a questão sobre sistemas de referência que envolve o trabalho.

¹⁹ Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/relea/index.php/relea/article/view/198/265>

Figura 6 – Órbita de Marte sendo traçada em papel milimetrado.



Fonte: Acervo do autor

Sendo a Educação em Astronomia uma área de pesquisa que cresce com a mesma velocidade que o Universo se expande, enfatizamos novamente que não passa por nossas cabeças esgotar o tema neste capítulo de livro. São muitos os livros que têm aparecido, além de artigos e eventos sobre o tema aqui debatido. Assim, damos por encerrada esta etapa e apresentamos a seguir o trabalho desenvolvido desde 2009 com a divulgação e popularização da Astronomia, realizado no município de Bagé e arredores, dentro do Projeto de Extensão: Astronomia para Todos. Apesar deste projeto ocorrer em nível universitário, é preciso salientar que são muitas as possibilidades (algumas já exploradas) de aplicação ou desfrute deste trabalho em nível Fundamental e Médio.

Astronomia para Todos

Conforme descrito, este é um relato de experiência de um trabalho realizado desde 2009, desenvolvido de forma indissociável no nível de Pesquisa/Ensino/Extensão. Aqui, peço licença ao leitor para deixar de lado as amarras de um texto acadêmico (espero ter lançado suas bases nas páginas folheadas até aqui) e me permitir uma escrita livre de referências e linguagem científica. Faço este pedido porque, apesar do trabalho trazer referenciais epistemológicos, metodologias

de aprendizagem, desenvolvimento de pesquisa pura e aplicada, dentre muitas outras coisas, prefiro tratá-lo como minha paixão, e trazer aqui um pouco deste sentimento.

A escrita deste texto ocorre no sétimo ano de dedicação à divulgação da Astronomia. Em 2009, a Unipampa (criada em 2006) ainda engatinhava, mantinha suas atividades em prédios alugados ou emprestados e sofria com estruturas precárias de laboratórios e salas de aula. Foi quando, o então professor da Unipampa, Fabrício Ferrari me convidou para participar de um edital do CNPq para o Ano Internacional da Astronomia. Escrevemos e enviamos o projeto. Aguardando com apreensão o resultado, foi num domingo, às 7h da manhã, quando abri o site do CNPq e vi o resultado. Num rompante de alegria, soltei um grito de felicidade que deve ter incomodado alguns vizinhos. Era o meu primeiro projeto aprovado em edital.

No início, realizávamos palestras e observações do céu com um telescópio adquirido no edital, em um prédio localizado no centro da cidade, o Palacete Pedro Osório.

Figura 7 – Grupo de pesquisa no Palacete Pedro Osório



Fonte: Acervo do autor

A cada 15 dias, uma nova atividade. Foi um período de muito aprendizado para todos. Contávamos com o apoio de rádios locais para a divulgação das nossas atividades, através de pequenas entrevistas sobre o tema das palestras, bem como reportagens em jornais.

Figura 8 – Artigo Jornal Folha Sul



Fonte: Acervo do autor

Buscamos novos espaços, realizando exposições no Casa de Cultura Pedro Wayne, participamos de Feiras do Livro e Semanas do Meio Ambiente, conforme imagens abaixo:



Fonte: Acervo do autor

Nas noites de observação, aprendemos a lidar com as mais diferenciadas situações, apenas não aprendemos a lidar com a chuva, que parecia boicotar nossas noites de observação. Sendo o local da observação um local público e aberto, recebemos visitantes alcoolizados e drogados. Mas o grande temor dos bolsistas, que

ficavam encarregados das palestras, era um menino de pouco mais de 7 anos de idade, fã número 1 da Astronomia e que sempre tinha 3 ou 4 perguntas ao final de cada apresentação. Quanto mais jovem é a criança menos medo ela tem de perguntar, mais difíceis e menos óbvias são suas dúvidas e, por isso, mais complicado elaborar uma resposta adequada para sua idade.

Dentre alguns dos fatos mais marcantes tivemos o de uma menininha, que observou e se encantou com os anéis de Saturno. Numa noite posterior, ela retornou decepcionada porque havia relatado o fato a sua mãe, que não acreditou e ainda lhe chamou a atenção, dizendo que era feio mentir. Outro fato ocorreu, após uma longa manhã em que trabalhamos com turmas de crianças das séries iniciais do Ensino Fundamental, expondo um painel sobre a evolução do Universo, próximo ao meio dia, quando uma criança levanta a mão e faz a pergunta: “Mas onde está Deus aí neste seu mapa?”. Com muito cuidado, para dar uma resposta que não ferisse sua crença, retruquei com uma discussão que havia tido dias antes, com um porteiro da universidade: “Quem é Deus para ti? Se Deus é quem criou o Universo, eu o colocaria aqui, e o chamaria de Big Bang”.

Foi um período de intensa vivência com os alunos e bolsistas do projeto. Este trabalho mostrou-se como uma alternativa às salas de aula, envoltas por quatro paredes. Aqui, um aluno aprende Astronomia por conta própria, observa o céu, opera um telescópio, fala em público e desenvolve um rol de habilidades e conhecimento muito maior que desenvolveria em uma classe tradicional. Mas, nesta vivência com os alunos, enquanto aguardava mais uma atividade, também foi possível discutir política, universidade, religião e, até mesmo, Astronomia. Para uma educação longe da educação em massa, atividades em projetos pode ser a melhor alternativa. Uma alternativa na qual o professor pode realmente conhecer seu aluno.

Embora fizéssemos atividades diurnas como exposições, oficinas e palestras nas próprias escolas, a observação com o telescópio só podia ser feita à noite. Por mais que desenvolvêssemos atividades atrativas e diversificadas, não podemos negar que a observação

noturna era (com o perdão do trocadilho) o astro do projeto. Nem mesmo as magníficas imagens do Hubble tiravam a emoção de olhar pelo telescópio e admirar as crateras lunares, as luas galileanas, os anéis de Saturno ou a Nebulosa de Órion. Porém, sendo esta atividade noturna, pouco alcançávamos as crianças mais jovens. Foi então que surgiu ao planetário.

Em 2013 a Unipampa adquiriu um planetário inflável e, portanto, móvel. Acharmos em nossas atividades, algo incrivelmente atrativo e significativo para as crianças mais jovens. Uma atividade feita essencialmente de dia, em contraste com a observação noturna. Uma nova janela se abria para o Universo. Passamos a criar atividades com as quais recepcionávamos as turmas, jogos, experimentos e até mesmo um pequeno livro de lembranças do planetário.

Desde 2009, viajamos pelo Estado, saindo de Bagé para Candiota, Pinheiro Machado, Dom Pedrito, Uruguaiana, Rosário do Sul, São Borja, Caçapava do Sul, Lavras do Sul e muitas outras. No momento em que escrevo este capítulo, nos aproximamos de 20.000 visitantes que já assistiram a uma palestra, a um curso ou oficina, que já observaram com o telescópio, ou que já participaram de uma sessão do planetário. Nos relatos que recebemos, muitos louros – adoramos aplausos e elogios. Semeamos um campo fértil. Encontramos nas escolas, da Educação Infantil ao Ensino Médio, as mais variadas atividades desenvolvidas pelos estudantes e professores. Em uma salinha muito pequena, da Educação Infantil, havia um foguete, um sistema planetário e até mesmo um astronauta. Um professor comprou a ideia e montou um Clube de Astronomia em sua escola de Ensino Fundamental. Pleiteou verba com a Secretaria de Educação do município e adquiriu um telescópio, com o qual é possível realizar excelentes observações do céu.

Enquanto objeto de pesquisa em cursos de especialização e dissertações de mestrado, a Astronomia aparece como um tema de potencial interdisciplinar fantástico. Além disso, cativa, apaixona quem ousa aproximar-se dela. Novamente, num momento em que a escrita deste capítulo se desenvolve, um prédio está erguendo

suas paredes para que o município de Bagé receba um planetário, o terceiro do Estado. Este deve se tornar um marco na história da região. Uma alegria imensa de dever cumprido, de estar devolvendo à sociedade cada centavo dos impostos pagos, que custeiam a universidade pública, gratuita e de qualidade.

Faça você mesmo!

É impossível entregar uma receita de sucesso para a construção de um Clube de Astronomia. Como não podemos ignorar o poder magnífico que a Astronomia tem de envolver o aluno com seu próprio aprendizado, precisamos pensar nas muitas ferramentas que podemos utilizar para uma Educação em Astronomia.

Antes de qualquer coisa, é necessário conhecer as ferramentas que sua escola, cidade ou região oferecem como apoio às suas atividades. Existe um museu? E um planetário? Que tal um observatório? Alguma universidade? Se você respondeu sim para todas estas perguntas, além de ser um professor de muita sorte, já tem nas mãos as principais ferramentas para seu trabalho. Se você respondeu não, temos um longo, porém extremamente gratificante, caminho a ser percorrido. De qualquer forma, não esqueça nunca de desenvolver atividades com seus alunos antes de realizar qualquer visita. Eles necessitam sentir que esta visita faz parte de algo maior. É necessário que a visita tenha sentido em suas cabeças. O planetarista, o monitor ou qualquer outra pessoa que irá receber os alunos têm conhecimento para tal atividade, porém, não conhecem os seus alunos, não sabem o que já foi trabalhado (ou não) em sala de aula, não conhecem o perfil socioeconômico, a religião ou crença. Por isso, a importância de um trabalho em conjunto, para tornar a visita ainda mais produtiva.

Não me agrada uma nova matéria a ser estudada com o nome de Astronomia. A escola já possui fardos demais para serem carregados. Prefiro uma atividade que dê prazer, que professores e alunos façam porque gostam e, assim, descubram o prazer em aprender, em desvelar os segredos do Universo. Por isso, um Clube de Astronomia é um espaço maravilhoso. Para dar início, precisamos

de um espaço. Algumas escolas possuem seus laboratórios de ciências desativados. Limpe, arrume, organize-o. O laboratório de informática também pode ajudar. Comece com a observação do movimento aparente do Sol, use um Gnômon e trabalhe com a construção de um Relógio de Sol. Quem sabe, depois de adquirir experiência com estas atividades, não surja um Relógio de Sol da escola, construído em material perene?

Inclua seus alunos na Olimpíada Brasileira de Astronomia. Faça atividades diurnas, usando o método de paralaxe para medir a distância de uma árvore, utilize o *Stellarium*²⁰, construa maquetes em escala de tamanho ou distância. Assista a filmes como os da série *Cosmos*. São incontáveis as atividades que podem, tranquilamente, envolver crianças de 5 anos - como a pintura de planetas - até alunos do último ano da Educação Básica - como a construção de espectroscópios.

A observação noturna também não precisa iniciar com um telescópio. Você já parou para contemplar o céu recentemente? Sabe me dizer que fase a Lua se encontra ou a que horas ela nasceu? Identifique as constelações, acompanhado por um planisfério. Fotografe o céu e perceba o movimento da Lua e dos planetas diante de um fundo estrelado. Perceba a existência de estrelas azuladas e outras avermelhadas. Novamente, um *software* como o *Stellarium*, ou os mais recentes aplicativos para *smartphones*, podem auxiliar muito nestas atividades.

Mas, com certeza, após algumas atividades você vai desejar fazer observações do céu. Existem, no Brasil e no mundo, programas como o Telescópio na Escola, que permite fazer observações remotas, ou então, softwares que simulam uma observação do céu, com coleta de dados e análise de resultados. Uma vez que você ultrapassou esta fase, o telescópio é o instrumento que mais fascina. De tantas coisas interessantes e possíveis em Astronomia, nada se compara a

²⁰ Stellarium é um planetário de código aberto para o seu computador. Ele mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio.

observar o céu através de um telescópio, descobrir uma infinidade de estrelas ou pequenas luas em Júpiter. Felizmente, estes instrumentos estão ficando cada vez mais baratos. Com menos de R\$1.000,00 já é possível adquirir seu equipamento e com auxílio de uma Secretaria de Educação ou com o patrocínio de alguma instituição, você pode levantar uma quantia um pouco maior e ter um instrumento a serviço de uma gama maior de escolas. O que te parece algo entre R\$2.500,00 e R\$3.500,00? Acredito que uma secretaria consiga bancar este valor, ainda mais se ela não envolver apenas uma escola, mas sim, um conjunto delas.

Por que não pensar um pouco mais alto? Quem sabe uma Secretaria de Educação poderá manter um planetário inflável. Os custos podem variar bastante, mas um bom trabalho já poderia ser feito com um investimento inicial inferior a R\$100.000,00. As cifras começam a crescer, mas crescem com o desejo e a ambição de uma escola ou um município tornar-se referência em qualidade de ensino. Já não bastasse a Astronomia ser uma área altamente interdisciplinar, atualmente, os planetários digitais inseriram novos atrativos, nos chamados de Teatros Imersivos. Agora, é possível viajar por dentro do corpo humano, examinar as estruturas do cérebro, falar sobre meio ambiente e muito mais.

No pouco tempo em que estou trabalhando com planetários tive a oportunidade de conhecer uma cidade que decidiu investir em Educação. Em Arapiraca, a prefeitura criou centros de educação integral, partilhados com todas as escolas do município. Dentre os centros estão: uma Escola de Circo, uma Escola de Música, um Centro Esportivo e, é claro, um Planetário. Não estou falando aqui em economia. O planetário custou, na época, mais de dois milhões de reais. É uma cifra assustadora? Talvez sim, talvez não. Depende de quanto se acredita no potencial destes centros como auxiliares na educação escolar.

Também tive a oportunidade de conhecer, na cidade de Medellín na Colômbia, o Parque Explora, um centro de divulgação e popularização da Ciência e Tecnologia. Não vou falar do incrível trabalho que é feito neste local, o qual inclui um lindo planetário.

Quero apenas mencionar o fato de que ele foi criado pelo desejo de um governante sensível às questões educacionais, inserindo um centro de educação não-formal em uma cidade, em um bairro, em uma comunidade que se colocava em posição de grande vulnerabilidade. Um investimento muito além dos dois milhões citados antes, mas com um retorno que não se pode medir em reais, pesos ou dólares.

Uma opinião pessoal

É inadmissível uma criança cursar toda a Educação Básica sem ter a oportunidade de visitar um Museu de Ciência e Tecnologia, um Planetário, um Observatório ou os laboratórios de uma universidade. É inadmissível que, quando tenham esta oportunidade, as crianças sejam obrigadas a atravessar o Estado, percorrer mais de 300 ou 400km até encontrar tais centros de educação não-formal. Acredito que seriam necessários, além dos já existentes planetários da UFRGS e UFSM, e do planetário da Unipampa, em fase de construção, no mínimo mais uns quatro ou cinco pequenos planetários, isso só no estado do Rio Grande do Sul. Pelotas amarga uma luta pela construção de um prédio para instalação de seu equipamento. A própria Unipampa, por suas dimensões, poderia abrigar mais um planetário em Livramento ou Uruguaiana. Por que não planetários em Ijuí, Passo Fundo, Caxias ou no litoral, mantidos ou apoiados em instituições públicas ou privadas existentes na região? Isto eu falo do Estado onde vivo e trabalho atualmente, mas esta discussão pode se expandir a todo o Brasil.

Mas o leitor pode estar achando que meu voo está alto demais. Corro o risco da queda, mas é preciso ambição para ver ao longe e vislumbrar o amanhã. Enquanto isso, cada um de nós pode fazer a diferença, voltando aos Clubes de Astronomia escolares. Com atividades que ficarão marcadas na memória de cada criança que pode observar os anéis de Saturno, que construiu um relógio de Sol ou simplesmente identificou uma constelação no céu. Quem sabe estas crianças, ao tomarem o poder, acreditarão que a educação é o caminho para o desenvolvimento. Decidirão investir na educação

e as sementes que plantamos comecem a florescer como planetários, museus, aquários... Vamos olhar para o céu, observar o passado para criar o futuro!

Referências

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 30, n. 2, p. 362-384, ago. 2013.

BRETONES, P. S.; NETO, J. M. Tendências de teses e dissertações sobre educação em Astronomia no Brasil. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

CALVO, C.V.; STENGLER, E. Los museos interactivos como recurso didáctico: El museo de las Ciencias y el Cosmos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 3, n. 1, p. 32-47, 2004.

CANIATO, Rodolpho. *A Terra em que vivemos*. Campinas: Ed. Papirus, 1989.

CANIATO, Rodolpho. *O Céu*. 2ª ed. São Paulo: Ática, 1993.

CHINELLI, Maura Ventura; PEREIRA, Grazielle Rodrigues; AGUIAR, Luiz Edmundo Vargas de. Equipamentos interativos: uma contribuição dos centros e museus de ciências contemporâneos para a educação científica formal. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 30, n. 4, dez. 2008.

COMINS, Neil F.; KAUFMANN, William J. *Descobrimos o Universo*. 8ª ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2010.

COUPER, H.; HENBEST, N. *A história da Astronomia*. São Paulo: Ed. Larousse, 2009.

DAMASIO, F.; ALLAIN, O.; RODRIGUES, A. A. Clube de Astronomia de Araranguá: a formação de professores de ciência como divulgadores científicos. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 15, p. 65-77, 2013.

DARROZ, L. M.; SANTOS, F. M. T. Promovendo a aprendizagem significativa de conceitos básicos de Astronomia na formação de

professores em nível Médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.7, n.2, 2012.

DARROZ, L. M.; SANTOS, F. M. T. Astronomia: uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de astronomia na formação de professores em nível Médio. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 30, n. 1, p. 104-130, abr. 2013.

DUTRA, C. M.; GOULART, A. R. Determinando a forma da órbita de Marte no Ensino Médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 18, p. 11-25, 2014.

FALCÃO, Douglas. A divulgação da Astronomia em observatórios e planetários no Brasil. *ComCiência*, n.112, 2009. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000800009&lng=en&nrm=isso>. Acesso em 2 de maio de 2013.

IACHEL, G.; NARDI, R. Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada de professores. In: NARDI, R. (Org.) *Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B.; MEGID NETO, J. Experiências de formação de professores em centros e museus de ciências no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 8, n.1, p. 118-136, 2009.

JÚNIOR, J. M.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n.32, p. 547-574, dez. 2009.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. de F. O. *Astronomia e astrofísica*. 2^a ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

LANGHI, Rodolfo. *Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: repensando a formação de professores*. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LANGHI, R. e NARDI, R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do

Ensino Fundamental. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, nº 16, 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 4, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. *Educação em Astronomia: repensando a formação de professores*. São Paulo: Escrituras, 2012. (Educação para a ciência, v.11)

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 4, p. 47-68, 2007.

LONGHINI, M. D. *Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica*. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

GRUZMAN, Carla; SIQUEIRA, Vera Helena F. de. O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n. 2, p.402-423, 2007.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*, n.26, p.95, 2004.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, D. B. Utilizando a câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas. *Física na Escola*, v.12, n.1, 2011.

ROMANZINI, J.; BATISTA, I. L. Os planetários como ambientes não-formais para o ensino de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 7. *Anais...* Florianópolis, 2009.

TONEL, A. P.; MARRANGHELLO, G. F. O movimento aparente da Lua. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.35, n.2, 2310, 2013.

TORRES T. C. S. et. al. Projeto itinerante de popularização de ciências e Astronomia. In: Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. 1. *Anais...* Rio de Janeiro, 2011.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Clube de Astronomia como estímulo para a formação de professores de Ciências e Física: uma

proposta. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.17, n.1, p.101, 2000.

WULF, A. *Os caçadores de Vênus: a corrida para medir o céu*. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 2012.



Algumas ideias para trabalhar com Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Roberta Chiesa Bartelmebs¹

Simone Ikert²

Fernanda Dambiski³

Danilo de Oliveira Kitzberger⁴

Introdução

Apresentamos neste capítulo algumas atividades acerca de temas da Astronomia desenvolvidas em uma escola de Ensino

¹ Docente do Departamento de Sociais e Humanas da UFPR. Contato: roberta.bartelmebs@ufpr.br

² Docente da Escola Municipal de Ensino Fundamental Jean Piaget. Contato: simone_ikert@hotmail.com

³ Discente em Ciências Biológicas da UFPR. Contato: fernandambiski@gmail.com

⁴ Discente em Licenciatura em Ciências Exatas da UFPR. Contato: danilokitberger@gmail.com

Fundamental. Tais atividades foram desenvolvidas pela professora regente da turma, que também é autora deste capítulo e ministra as disciplinas de Ciências e Artes nas turmas de 1º ao 5º do Ensino Fundamental. A partir da participação no curso de extensão Metodologias para o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental, desenvolveu, com seus alunos do 4º ano, algumas atividades a respeito do Sistema Solar, estações do ano, fases da Lua e eclipses. Para isso, contou com a colaboração dos alunos bolsistas envolvidos do projeto de extensão *Popularização e consolidação de estudos em Astronomia e ensino de Astronomia em Palotina e região*, realizado pela da Universidade Federal de Paraná.

Um pouco da nossa fundamentação teórica

A Astronomia é uma das mais fascinantes ciências construídas pela humanidade. Segundo Oliveira Filho e Saraiva (2004), provavelmente a mais antiga e a mais bela ciência desenvolvida pela civilização humana. Por meio dela foi possível, por exemplo, organizar o tempo em semana, meses e anos; distinguir a melhor época para o plantio e colheita; e estabelecer as bases das comunidades organizadas em sociedade, a partir de conhecimentos cada vez mais complexos e profundos sobre o céu noturno.

De acordo com Nardi e Iachel (2010), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), foram um dos grandes influenciadores no aumento de publicações sobre ensino de Astronomia. Porém, entre a diversidade de assuntos publicados nota-se que alguns temas como: noções de movimento aparente da esfera celeste e corpos menores do Sistema Solar, não tiveram publicações exploradas.

Bishop (1977) promoveu o desenvolvimento de um currículo voltado para o ensino de Astronomia. Para o autor a prioridade deveria ser a oferta de oficinas de Astronomia para os professores. Muitos outros autores também têm apostado nesta ênfase do trabalho com o ensino de Astronomia na formação inicial ou continuada de

professores, tais como Langhi (2009, 2014), Leite (2002), Hosume e Leite (2008), Bretones (1999), Bartelmebs (2012, 2016).

Um dos temas mais atuais com relação ao ensino de Astronomia refere-se as concepções alternativas, ou, como preferimos denominar, as ideias dos alunos. Essas ideias parecem persistir, mesmo após o ensino científico dos conceitos astronômicos. Podemos citar como exemplo a compreensão da ocorrência das estações do ano. Alguns alunos, e mesmo alguns professores (BARTELMEBS, HARRES, 2014), acreditam que as estações do ano estão relacionadas com a distância entre o Sol e Terra. Dessa forma, compreendem que, quando a Terra está “afastada” do Sol é inverno (no hemisfério Sul) e quando está “próxima” é verão (no hemisfério Sul). Essa explicação, como já apontou Caniato (1987), não leva em consideração que, dessa forma, haveria apenas uma única estação do ano para o planeta inteiro.

Outra ideia dos alunos, e professores (TREVISAN, PUZZO, 2006), refere-se a compreensão dos eclipses e das fases da Lua. De modo geral, nas ilustrações de alguns livros didáticos, percebe-se a mesma figura para representar os dois fenômenos. Isso pode gerar confusão na hora de compreender o que diferencia um fenômeno do outro. As crianças podem manter a ideia de que a fase denominada “Lua nova” refere-se a um eclipse lunar, por exemplo.

Dessa forma, percebemos o quanto as ideias das crianças são importantes. Não se tratam de concepções a serem substituídas, mas sim de modos de compreender os fenômenos do cotidiano. Essas ideias possuem uma construção lógica própria, e podem persistem por anos se não forem questionadas pelo ensino escolar.

Algumas atividades que podem ser desenvolvidas nas escolas de Ensino Fundamental

Motivada pelos estudos desenvolvidos no curso de extensão Metodologias para o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a professora Simone decidiu elaborar algumas

atividades em sala de aula para trabalhar com os conteúdos de Astronomia presentes no currículo de Ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Como dito anteriormente, a professora atua do 1º ao 5º ano, ministrando as disciplinas de Ciências e Artes. Unindo essas duas disciplinas, resolveu criar atividades interdisciplinares que utilizassem tanto o espaço da disciplina de Ciências quanto de Artes Visuais.

Durante o primeiro bimestre do 4º ano, os conteúdos de Ciências previstos são: Sistema Solar, planetas, corpos celestes e identificação do céu noturno (BARTELMÉBS, 2016, p.36), não havendo previsão de conteúdos de Astronomia para os demais bimestres. Dessa forma, constatamos que no ensino de Astronomia, para anos iniciais, há uma ruptura de conceitos, que acabam sendo distribuídos pelos conteúdos de Ciências ao longo dos 4 primeiros anos do Ensino Fundamental de forma desconexa dos demais conteúdo. No caso deste currículo em específico, não há previsão de conceitos de Astronomia para o 5º ano. Na nossa opinião, os conceitos de Astronomia deveriam fazer parte de todos os anos do Ensino Fundamental, no sentido de serem visto de forma cada vez mais complexa e completa com o passar do tempo. No entanto, o que percebemos é que os conceitos são ensinados apenas uma vez, e depois (no decorrer da vida escolar) não há mais uma retomada desses mesmos conceitos. Isso dificulta a evolução das ideias dos alunos com relação a Astronomia. Com o intuito de dar uma continuidade ao ensino de Astronomia que já vinha desenvolvendo no ano de 2015, a professora Simone decidiu criar um conjunto de atividades interdisciplinares para trabalhar com seus alunos os temas de Astronomia presentes no currículo dos anos iniciais. Destacamos aqui as atividades desenvolvidas no 4º ano:

Construção do Sistema Solar no guarda-chuva

Com o intuito de iniciar os estudos sobre estrelas, planetas e demais astros, a professora decidiu construir, juntamente com seus alunos, um modelo do Sistema Solar utilizando um guarda-chuvas e algumas esferas de isopor. Esta atividade está disponível na internet

em diferentes sites pedagógicos. No entanto, a ideia surgiu quando a professora Simone participava do curso de extensão Metodologias para o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental, e uma de suas colegas relatou que havia realizado a atividade com sucesso. A seguir, na Figura 1, ilustramos parte do processo de construção desta atividade pelas crianças.

Figura 1 – Confeção dos planetas para o Sistema Solar



Fonte: Acervo da professora (2016)

Durante a realização desta atividade a professora aproveitou para explicar aos alunos a composição do Sistema Solar, bem como utilizou alguns conceitos trabalhados na disciplina de Artes, sobre as cores, para elaborar a pintura dos planetas e do Sol. Cada planeta foi caracterizado por sua cor “natural” aproveitando a oportunidade para explorar essa característica dos diferentes planetas e sua composição química. De acordo com a professora, essa atividade foi muito interessante pois, muitos alunos não sabiam qual a “verdadeira” cor dos planetas do Sistema Solar.

Na Figura 2 apresentamos o guarda-chuva Solar, que se encontra em exposição no hall de entrada da escola.

Figura 2 – Sistema Solar no guarda-chuva



Fonte: Acervo da professora (2016)

Nesse sentido, acreditamos ser importante salientar que:

Uma das principais características da astronomia é a interdisciplinaridade. Dentro de seus temas de estudos é possível desenvolver muitas possibilidades de conhecer o mundo. O trabalho em sala de aula com conteúdos de Astronomia pode ser muito rico e significativo, pois essa ciência permite relações com as mais variadas disciplinas do currículo escolar. Isso pode despertar o interesse pela pesquisa e pelo saber. (BARTELMÉBS, MORAES, 2012, p. 344)

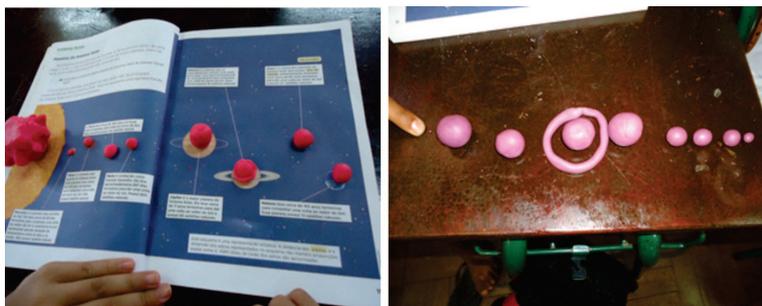
A professora Simone conseguiu vincular alguns aspectos estudados em Artes, e utilizá-los para construir um modelo de Sistema Solar em Ciências. Além disso, ao estudarem um pouco sobre cada planeta, os alunos tiveram contato com alguns conceitos da Física quando se questionam “porque os planetas não ‘caem’ no espaço?”, da Química quando investigaram o motivo pela qual os planetas possuem diferentes cores, e da Biologia quando indagaram “porque não há vida nos outros planetas do Sistema Solar?”. Certamente o aprofundamento do estudo deve ser feito respeitando o nível do desenvolvimento cognitivo da turma, porém, essa primeira aproximação já caracteriza um trabalho interdisciplinar no ensino de Astronomia.

Comparando os tamanhos com o Livro Didático

Na sequência, a professora realizou outra atividade com os alunos, envolvendo a comparação entre distância e tamanho dos planetas do Sistema Solar. Para isto, utilizou a ilustração do Livro Didático utilizado pela turma e, também, massa de modelar.

Atividade consistiu em confeccionar bolinhas de massinha que representassem os astros do Sistema Solar e depois comparar seus tamanhos com os que estavam representados pelo livro didático. Na Figura 3, a seguir, ilustramos essa atividade.

Figura 3 – Atividade realizada com o livro didático de Ciências



Fonte: Acervo da professora (2016)

Vale salientar a importância do desenvolvimento de atividades de cunho prático com as crianças dos anos iniciais, especialmente quando pretendemos estabelecer uma interação entre sujeito e objeto de conhecimento, mesmo sendo ele um objeto distante como os da Astronomia. Isto porque, segundo Piaget (1987, p. 366):

As relações entre o sujeito e o seu meio constituem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pelo da atividade do sujeito, mas por um estado indiferenciado; e é desse estado que derivam dois movimentos complementares, um de incorporação das coisas ao sujeito e outro de acomodação às próprias coisas.

Compreendemos, por nossa vez, que ensinar Astronomia nos anos iniciais não é o mesmo que trabalhar com o solo, as plantas, os animais. Os conceitos de Astronomia envolvem conteúdos que tratam de objetos distantes, que igualmente fazem parte do mundo e da realidade das crianças, mas que, de modo geral, as pessoas acreditam não poder tocar ou experimentar. Há quem defenda que tais conteúdos são muito abstratos para esses anos (Ensino Fundamental). Nós acreditamos que a Astronomia pode ser considerada uma ciência com objetos de estudo concretos, e que o ensino, é adequada para estas séries, assim como o da matemática e o da língua materna. Cada disciplina tem seu nível de abstração e de dificuldade, o que não impede que seja aprendida pelas crianças. A questão está no nível de aprofundamento que vamos exigir em cada ano e do tipo de atividades que se pretende realizar.

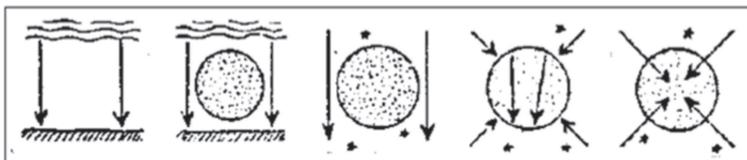
Atividades desenvolvidas com o projeto de Extensão

Apresentamos, a seguir, a finalização das atividades de Astronomia desenvolvidas pela professora Simone, que culminou com uma visita dos alunos e professora da Universidade Federal do Paraná à turma de 4º ano, e a realização de uma oficina sobre as Estações do ano e as Fases da Lua.

Identificação das ideias dos alunos sobre a forma da Terra

Uma das primeiras atividades que a professora Simone realizou com seus alunos foi a de identificar qual a ideia que eles possuíam sobre a forma da Terra. Essa atividade foi inspirada em uma metodologia semelhante a que foi realizada durante o curso de Extensão Metodologias para o Ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Na ocasião, estudou-se os cinco níveis elaborados por Nussbaum (1979) a respeito da compreensão das crianças acerca da forma da Terra, conforme figura 4 abaixo:

Figura 4- Níveis de compreensão da forma da Terra.



Fonte: Nussbaum (1979) adaptado de Bartelmebs (2016, p. 108).

Na Figura 5 apresentamos dois desenhos elaborados por dois alunos da professora Simone que ilustram o último nível de desenvolvimento proposto por Nussbaum (1979).

Figura 5 – Desenho dos alunos sobre a forma da Terra



Fonte: Acervo da professora (2016)

A partir destes desenhos, a professora passou a trabalhar com os conceitos de dia e noite, estações do ano e fases da Lua. Porém, percebeu que os alunos apresentavam ainda algumas dificuldades para compreender especialmente a ocorrência das estações do ano e também em diferenciar as fases da Lua dos eclipses. Para isto, solicitou à equipe do projeto de extensão Popularização e consolidação de estudos em Astronomia e ensino de Astronomia (UFPR) para que realizassem uma oficina sobre esses dois temas com seus alunos do 4º ano. A seguir apresentamos os resultados dessa oficina.

Oficina sobre estações do ano e fases da Lua com UFPR

O projeto Popularização e consolidação de estudos em Astronomia e ensino de Astronomia iniciado no ano de 2014 e tem como objetivo consolidar atividades de ensino e divulgação da Astronomia. Uma das atividades desenvolvidas pelo projeto foi o curso de extensão, dito anteriormente, do qual a professora Simone participou.

A atividade com as crianças foi realizada em abril de 2016, com 26 participantes entre 8 e 10 anos de idade. Inicialmente, foi apresentado às crianças alguns conceitos que a professora já havia trabalhado, como a forma da Terra, dia e noite etc. A apresentação foi feita com uso de slides e também de ilustrações. Na Figura 6 ilustramos dois momentos da oficina, o primeiro com a apresentação dos slides e o segundo com a visualização de material gráfico sobre o tamanho dos planetas do Sistema Solar.

Figura 6 – Desenvolvimento das atividades na Oficina do projeto de extensão



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2016)

Após a apresentação realizou-se uma atividade experimental, com uso de uma lâmpada incandescente, uma esfera de isopor de 15cm de diâmetro e uma outra esfera, menor, com 4cm de diâmetro.

Figura 7 – Desenvolvimento das atividades práticas



Fonte: Acervo dos pesquisadores (2016)

A atividade consistiu em questionar as crianças sobre as estações do ano, e fazer uma demonstração com o material descrito acima. As crianças foram convidadas a participarem ativamente, podendo elas mesmas manusear os objetos para testar suas teorias. De modo geral, as crianças compreenderam bem a ocorrência das estações do ano, mas ainda tinham dificuldades com relação a compreensão dos eclipses e das fases da Lua.

Mesmo que durante a realização da atividade com a lâmpada e as esferas de isopor, puderam experimentar um exercício que simulava a ocorrência das fases da Lua, o uso desse modelo não garante que elas tenham de fato compreendido a diferença dos eclipses e das fases da Lua. Isso porque, somente a atividade com o modelo não garante a aprendizagem. É preciso também realizar outras atividades complementares. Por isso, foi solicitado que as crianças acompanhassem a Lua durante um mês, e com o apoio de um calendário deveriam, após a observação da Lua, desenhá-la durante 30 dias. O resultado dessa atividade foi bastante satisfatório, segundo a professora Simone, tanto pelo interesse despertado pelos alunos, como pelo envolvimento da família, que auxiliaram no registro da atividade.

Considerações finais

Ao final deste capítulo gostaríamos de chamar a atenção ao fato de que todas as atividades descritas foram desenvolvidas pela professora Simone a partir da sua participação no curso de extensão Metodologias para o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental, oferecido pela UFPR. Dessa forma, temos, enquanto Universidade, um feedback positivo com relação as ações extensionistas desenvolvidas. Além disso, potencializamos a criação de um vínculo mais profundo entre ensino, pesquisa e extensão na escola e na Universidade. Percebemos que a qualificação profissional continuada do professor influencia diretamente nos resultados obtidos com os alunos em sala de aula. A transformação do ensino de Ciências passa, necessariamente, pela problematização da aprendizagem, e também pelo repensar sua própria prática profissional. O ensino de Astronomia deu-se de forma natural e clara, respeitando o tempo cognitivo de cada criança, e também os conteúdos a serem trabalhados dentro de cada ano. O trabalho conjunto - entre ministrar aula e abrir espaço ao projeto extensão - proporcionou à professora Simone uma nova forma de pensar o ensino de Astronomia. Bem como, contribuiu para os estudos de pesquisa e extensão desenvolvidos na Universidade. Da mesma forma, percebemos o envolvimento das crianças nas atividades propostas, e o seu entusiasmo em compreender melhor como o Universo funciona.

Referências

BARTELMEBS, R. C. *Ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola*. 535 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. PUCRS. Porto Alegre, 2016.

BARTELMEBS, R. C.; MORAES, R. *Astronomia nos anos iniciais:*

possibilidades e reflexões. *Revista Espaço Pedagógico*, v. 19, n. 2, Passo Fundo, p. 341-352, jul./dez. 2012.

BISHOP, J. E. United States Astronomy Education: past, present, and future. *Science Education*, n. 61, p.295, 1977. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730610305/abstract>>. Acesso em Mai, 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – Ciências Naturais*. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.

BRETONES, P. S.; MEJID NETO, J. An analysis of papers on Astronomy Education in proceedings of IAU meetings from 1988 to 2006. *Astronomy Education Review*, v.10, n.1, 04 de agosto de 2011.

IANCHEL, G.; NARDI, R. Algumas tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 225-237, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129515480014>>. Acesso em jun, 2016.

PIAGET, Jean. *O nascimento da inteligência na criança*. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A.1987.

TREVISAN, Rute Helena; PUZZO, Deolinda. Fases da lua e eclipses: concepções alternativas presentes em professores de Ciências de 5ª série do Ensino Fundamental. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 10. *Anais do Londrina*, 2006.



Abordando a relação entre o MHS e o MCU através da observação das luas de Júpiter em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e com o uso do método de Instrução pelos Colegas

Ana Cláudia Wrasse Salazart¹

Gêison Mendes de Freitas de Oliveira²

Guilherme Frederico Marranghello³

¹ Discente do PPGEC/Unipampa. Contato: anacwrasse@gmail.com

² Discente do PPGEC/Unipampa. Contato: geisonfisica@yahoo.com.br

³ Docente da Unipampa/Campus Bagé. Contato: guilhermemarranghello@unipampa.edu.br

Introdução

Há mais de 400 anos, quando Galileu Galilei fazia suas observações através de um telescópio bastante rudimentar, quatro grandes luas lhe apareceram ao lado de Júpiter. Atualmente, é muito fácil compreendermos e aceitarmos esta afirmação, entretanto, na época em que estes quatro pontos pareciam moverem-se de um lado para outro de Júpiter, este era um tema bastante controverso. Galileu teria descrito este movimento como sendo quatro luas girando ao redor do maior planeta do Sistema Solar, e usou esta descrição para fortalecer a teoria do Sistema Heliocêntrico.

Mas a pergunta é: Como Galileu pode converter a informação sobre pontos que oscilavam de um lado para outro de Júpiter para luas que giravam ao redor de Júpiter? Este texto é apenas um primeiro ensaio de um trabalho que está sendo realizado para relacionar o Movimento Harmônico Simples (MHS), que descreve a oscilação de pontos de um lado para outro, com o Movimento Circular Uniforme (MCU), que descreve pontos que giram ao redor de um eixo central. É importante avisar que as órbitas destas luas, conforme descritas por Kepler, são elípticas, mas que a análise por meio de um MCU é bastante válida aqui.

Neste trabalho, aproveitamos o uso de diversas ferramentas que se apresentam nos dias de hoje e que contribuem não apenas para o estudo da Astronomia e da Física, como para diversas áreas do conhecimento. A primeira que salientamos aqui é a evolução dos telescópios. Se Galileu já conseguia observar as luas de Júpiter, com uma das primeiras versões de telescópio disponível, o que dizer dos telescópios atuais, à venda no mercado? Com cerca de R\$1.000,00 é possível adquirir um excelente telescópio, entretanto, nosso trabalho se motiva pela aquisição de excelentes telescópios, comprados pelo governo federal e destinados aos Institutos Federais. Assim, este trabalho poderia ser facilmente replicado por todo o Brasil. Para o caso de escolas que não possuam esta facilidade, ficam duas dicas: o software *Stellarium* e o programa Telescópio na Escola⁴. O

⁴ Disponível em: www.telescopionaescola.pro.br

programa Telescópio na Escola permite a observação remota de astros e aponta a observação das luas de Júpiter com uma atividade. O software *Stellarium* permite a simulação do céu em diferentes regiões do planeta e em qualquer época do tempo. Alguns trabalhos já foram feitos nesta linha (IACHEL, 2009; CUZINATTO, MORAIS e SOUZA, 2014) e, por isso, não adentraremos nos detalhes que estão apresentados nestes textos.

O foco deste trabalho é utilizar metodologias novas para o ensino de Ciências. Citamos aqui duas alternativas de trabalho. A primeira, proposta por Moreira (2011), são as Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). A segunda metodologia consiste na Instrução pelos Colegas (IpC), descrita no texto de Araujo e Mazur (2013).

Estas metodologias estão sendo aplicadas de forma paralela em turmas do Ensino Médio e tem por objetivo sanar as dificuldades encontradas pelos professores e alunos na abordagem dos conteúdos de MCU e MHS em um formato mais integrado. Estes conteúdos são vistos, normalmente, separadamente, por assumirem expressões trigonométricas que os alunos apresentam dificuldades em lidar, e pouco aparecem associados nos livros textos entregues aos alunos da rede pública de ensino. Podemos ver o MCU e o MHS associados em diversas situações do nosso dia a dia, mas buscaremos apresentar este tema em sala de aula usando Astronomia.

Dessa forma, temos como objetivos do projeto:

- facilitar a compreensão da coexistência do MCU e do MHS;
- elaborar uma UEPS sobre a relação do MCU com o MHS, aplicar com objetivo que os alunos percebam a relação entre esses movimentos, para tal também serão feitas algumas observações com auxílio de um telescópio nas luas de Júpiter;
- utilizar o método IpC buscando valorizar o tempo em sala de aula, destinado para a aprendizagem ativa dos conteúdos por parte dos alunos;
- inserir equações mais elaboradas que descrevem estes movimentos;
- analisar seus gráficos.

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma metodologia criada por Marco Antônio Moreira e consiste em uma sequência didática com 8 passos a serem desenvolvidos. Estes passos estão baseados na aprendizagem significativa de David Ausubel, assim, Moreira propõe desenvolver uma sequência didática que tenha significância para o aluno e que possa servir de material guia para a aplicação por outros docentes, e em outras turmas.

O quadro a seguir mostra os passos a serem realizados para a elaboração da nossa UEPS, também descritas logo abaixo:

1) Definir tópico	Relação entre MCU e MHS
2) Investigar os conhecimentos prévios do aluno	Mapa mental e um pré-teste. Propor situações-problema iniciais, com questões em nível introdutório amplo. Realizar um resumo sobre os movimentos e onde aplicá-los.
3) Situações-problema em nível introdutório	Promover a retomada destes conhecimentos através de exposição oral e simulações computacionais. O programa <i>Phet</i> ⁵ possui excelentes aplicações envolvendo o tema.
4) Das situações, apresentar o conhecimento de forma mais geral (grupos de debate ou grande grupo) Diferenciação Progressiva.	Utilizar as observações sobre os movimentos das luas de Júpiter e verificar as principais semelhanças e a relação entre estes dois movimentos em um sistema real. (fotos, desenhos etc).
5) Retomar as situações em níveis maiores de complexidade.	Retomar o mapa mental desenvolvida na primeira aula para compará-lo a atividade desenvolvida na aula posterior, para que os alunos percebam a simultaneidade e a relação entre estes dois movimentos, começando assim a diferenciação progressiva.

⁵ Este programa está disponível em < https://phet.colorado.edu/pt_BR/ >.

6) Conclusão da unidade buscando a reconciliação integrativa.	Retomar os conceitos de MCU e MHS associando-os ao produto realizado com as observações e utilizando experimentos.
7) Avaliação do conhecimento.	Resolver um pós-teste e apresentar os trabalhos desenvolvidos pelos alunos.
8) Avaliação da UEPS.	A partir das evidências de aprendizagem significativa do aluno.

1. Propor ao grupo um reconhecimento dos movimentos de MCU e MHS, através de um **mapa mental** sobre o tema. Neste mapa o aluno fica livre para fazer as relações sobre os dois movimentos. Ao final da atividade o aluno entregará os mapas mentais ao professor. Através de um **pré-teste** (questionário) avaliar e identificar os conhecimentos prévios do aluno sob o tema. Na confecção deste questionário utilizar situações simples do dia a dia para que o estudante possa trazer estes conhecimentos para perto de sua realidade, como as rodas de um carro, o ventilador da sala, o relógio de pêndulo da vovó ou o balanço da praça.

2. Propor situações-problema iniciais, com questões em nível introdutório amplo acerca dos dois movimentos a serem discutidos.
 - a) O que é velocidade?
 - b) Existem tipos diferentes de velocidades?
 - c) O que é aceleração e quais tipos existem?
 - d) O que difere velocidade de aceleração?
 - e) Como são os movimentos dos planetas?
 - f) Existe relação entre as velocidades conhecidas e os movimentos dos planetas?

Estas questões serão discutidas em uma mesa redonda, sendo o professor o mediador, tendo como objetivo instigar a

curiosidade do aluno sobre o assunto. Em seguida o professor divide a turma em grupos. Cada grupo deverá realizar uma pesquisa sobre o MHS ou sobre o MCU, utilizando a sala de computação e a biblioteca da escola. O objetivo desta atividade é fazer com que o aluno elabore um resumo sobre o que é o MCU e onde é possível aplicá-lo, e o que é o MHS e onde é possível aplicá-lo. Este material também é entregue ao professor, que fará a correção e, em seguida, a devolutiva aos alunos para que possam, juntos, refletir sobre os textos elaborados.

3. Promover a retomada dos conhecimentos de MCU e MHS que já foram discutidos até o momento através de exposição oral e simulações computacionais selecionadas pelo professor, utilizando o programa *Phet*, disponível no site da Universidade do Colorado.
4. Para a ampliação deste conhecimento utilizar as observações sobre os movimentos das luas de Júpiter e observar as principais semelhanças e a relação entre estes dois movimentos em um sistema real. Para tal, é necessária a realização de várias observações nas quais o aluno terá que identificar e registrar as posições das luas através de diagramas feitos manualmente, mas com uma rigorosidade de escalas, ou por meio de fotografias.
5. Retomar o mapa mental desenvolvido na primeira aula com objetivo de compará-lo a atividade desenvolvida na aula posterior, de modo que eles consigam perceber de forma mais clara a simultaneidade e a relação entre estes dois movimentos, começando assim a diferenciação progressiva.
6. Com estes dados em mãos, diagramas ou fotografias, montar uma animação simples, com uma sequência de acontecimentos mostrando o movimento das luas de Júpiter.

Esta animação poderá ser feita em *slides*, *PowerPoint*, *Gif*, ou em qualquer outra plataforma computacional que o aluno domine ou sente-se confortável para trabalhar. Nesta parte da atividade retomaremos os conceitos de MCU e MHS associando-os ao produto realizado com as observações, fazendo com que o aluno consolide a construção de seu conhecimento. É nesta etapa também, que é feita a relação/comparação do MCU com o MHS e, para tal, utilizamos um experimento composto de um toca discos, ou algum equipamento com funcionamento rotativo similar, e uma vela, para servir de referência, que será colocada de pé sobre o toca disco, e este em movimento. Propomos dois ângulos de observação: um em que o aluno observa o equipamento de cima, e outro em que o aluno observa o equipamento lateralmente. Com isto ele deve ser capaz de identificar os dois movimentos simultaneamente, o MCU quando observa a vela movimentar-se em círculos, vista de cima, e no MHS quando observa a vela em um movimento de vai e vem, quando olha lateralmente.

7. A Avaliação da construção do conhecimento será realizada ao final de cada etapa das atividades propostas, e também deverá ser feita através de um pós-teste, uma avaliação individual e da apresentação das animações produzidas pelos grupos.
8. A avaliação da UEPS se dará através da percepção da aprendizagem significativa expressa pelo aluno e da compreensão da existência simultânea dos movimentos de MCU e MHS dentro de um único sistema a ser analisado.

Instrução pelos Colegas

O método Instrução pelos Colegas (IpC) vem sendo desenvolvido desde a década de 90 pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA). Este método busca promover a aprendizagem com

foco no questionamento, para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo do que passivamente, assistindo exposições orais por parte do professor. A meta principal é que os alunos interajam entre si promovendo a aprendizagem de conceitos fundamentais sobre os conteúdos que estão sendo estudados.

Como funciona?

- 1- Inicialmente o professor apresenta, por aproximadamente 15 minutos, uma exposição dialogada buscando focar nos conceitos principais a serem trabalhados em aula.
- 2- Em uma segunda etapa o professor apresenta questões conceituais de múltipla escolha para promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes que foram apresentados. O aluno deverá, individualmente, pensar qual alternativa considera correta na questão apresentada, e justificar a escolha feita em mais ou menos 2 minutos.
- 3- Em seguida é aberta a votação para mapeamento das respostas dadas pelos alunos utilizando o *Clickers* ou os *Flashcards*. *Clickers*, conforme demonstrado na Figura 1, é um receptor de rádio frequência USB, e *Flashcards*, Figura 2, são cartões de resposta com alternativas para que os alunos sinalizem a alternativa escolhida.

Figura 1 – Clickers: sistema remoto de resposta.

Figura 2 – Flashcards: cartões de resposta.



4 - Com base nas respostas informadas, e sem falar a resposta correta aos alunos, o professor deve decidir como dará sequência na aula:

- Se mais de 70% dos alunos acertarem a questão apresentada, o professor pode escolher explicar esta questão, reiniciar o processo de explicação dialogada e apresentar uma nova questão sobre um novo tópico.
- Se o percentual de acerto estiver entre 30% e 70%, o professor irá agrupar os alunos (2 a 5 pessoas) que tenham escolhido questões diferentes, pedindo para que eles argumentem, com os colegas, na tentativa de justificar sua resposta. Logo após, o professor reabre a votação, explica a questão. Se achar necessário, o professor apresenta uma nova questão, ou passa para um novo tópico do conteúdo reiniciando o processo.
- Porém, se menos de 30% dos alunos acertaram as respostas, o professor deve voltar ao conceito explicado e fazer uma nova explicação, procurando aclará-la e apresentando uma nova questão conceitual no final da explanação, recomeçando o processo.

A essência do método IpC está na discussão que o professor promove quando a margem de votação fica entre 30% e 70%. É

nesta faixa de respostas que haverá interação entre alunos, o que, segundo Vygotsky, é benéfico ao aprendizado, pois estes podem revezar no papel de “parceiro mais capaz”, auxiliando a compreensão dos conteúdos.

Como proposta de aplicação do método IpC utilizaremos 9 horas/aula, sendo divididas da seguinte maneira:

Aula 1	Revisão do movimento circular uniforme – período, frequência, velocidades (angular e linear).
Aula 2	Movimento oscilatório e vibratório.
Aula 3	Movimento harmônico simples - sistema massa mola e pêndulo simples. Com auxílio do <i>software Modellus</i> .
Aula 4	Retomada da aula 1 - decompondo o movimento circular em x e y.
Aula 5	Atividade com sombras para relacionar MCU e MHS, e discussão de gráficos. (Vídeo análise)
Aula 6	Exercícios do MHS e MCU – Avaliação I.
Aula 7	Atividade demonstrativa com <i>Stellarium</i> . (Terra – Lua)
Aula 8	Atividade com <i>Stellarium</i> . (Luas de Júpiter) Avaliação II.
Aula 9	Visita ao planetário. Avaliação III.

Será utilizado o método IpC nas aulas 1, 2, 3 e 5. Na aula 1 para relembrar conceitos discutidos nas aulas do 1º ano do Ensino Médio. Nas aulas 2, 3 e 5 para avaliar a compreensão dos alunos sobre os conceitos apresentados. Os alunos ainda terão contato com os *softwares Modellus*, em uma demonstração da utilização das equações que descrevem o Movimento Harmônico Simples, com o *Tracker* ao utilizarmos a vídeo análise para verem os gráficos formando-se em tempo real, e com o *Stellarium*, para capturar imagens das Luas de Júpiter, medir distâncias e relacionar os dois movimentos.

Considerações finais

Este texto não teve como objetivo aprofundar o assunto, uma vez que estes tópicos já são alvo de estudos e suas referências já detalham cada etapa do processo. O objetivo do texto é mostrar como estas novas tecnologias, sejam elas os telescópios, computadores, internet ou metodologias como UEPS e IpC podem se integrar ao conteúdo de Física através da Astronomia, promovendo uma Aprendizagem Significativa.

Referências

ARAUJO I. S., MAZUR E. Instrução pelos colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013.

CUZINATTO R. R., MORAIS E. M., SOUZA C. N. As observações galileanas dos planetas mediceanos de Júpiter e a equivalência do MHS e do MCU. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, Jul/Set, 2014.

IACHEL G., Evidenciando as órbitas das luas galileanas através da astrofotografia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia -RELEA*, n.8, p. 37-49, 2009.

MOREIRA M. A., Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n.2, p.43-63, 2011.

PHET. Simulações interativas em Ciências e Matemática. University of Colorado Boulder. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.



Construção de uma maquete do sistema solar na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no município de Bagé

Omar Guilhano Rosa Soares¹

Introdução

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 1996) define que a Educação de Jovens e Adultos (EJA) é destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no Ensino Fundamental e Médio na idade própria. Uma das propostas de se abordar o ensino hoje, nesta área, é por meio de aulas práticas e interdisciplinares. E isto deve ocorrer com a utilização dos mais variados tipos de recursos, proporcionando o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos para o público que frequenta esta modalidade.

Para atender a este objetivo, foram abordados temas sobre Astronomia nas aulas de Química e Física na totalidade final do

¹ Discente do PPGEC/Unipampa. Contato: omarguilhano1@hotmail.com

Ensino Médio da EJA/Bagé, com a utilização de telescópios, laboratório de informática, construção de maquetes e livros didáticos. Neste texto, iremos descrever a construção de uma maquete do Sistema Solar com alunos da EJA do município de Bagé.

Desenvolvimento

Para Gonzalez *et al.* (2004) a Astronomia atrai a atenção e desperta a curiosidade das pessoas, independente de possuírem ou não conhecimentos científicos a respeito do tema. Essa característica pode fazer da Astronomia uma importante ferramenta para motivar alunos no estudo das disciplinas de Ciências, Física e Biologia. Associando os elementos curiosidade e motivação a um processo de ensino, realizado por meio de metodologias diferenciadas, levando-se em consideração o interesse dos alunos e envolvendo-os em projetos estimulantes, nos quais sejam produzidos trabalhos (desenhos e textos, por exemplo), os resultados podem ser muito satisfatórios.

Porém, o assunto que trata sobre o Universo e suas dimensões nem sempre é clara para todas as pessoas. A dificuldade dos alunos em entender este tema é muito grande. E quando os livros didáticos abordam o tema Sistema Solar, geralmente apresentam uma figura esquemática do mesmo, em que o Sol e os planetas são desenhados sem escala, o que permite ao aluno imaginar que estas ilustrações são proporcionais quanto à escala dos mesmos.

Uma resposta para isto pode ser verificada a partir de Nogueira (2009), quando afirma que os livros, ao abordarem o assunto, geralmente trazem uma figura esquemática do Sistema Solar compondo o Sol e os planetas sem uma escala proporcional, e mesmo que os planetas maiores estejam representados por círculos grandes e os planetas menores por círculos pequenos eles estão fora da escala de proporcionalidade. A Terra parece ser a metade de Júpiter e este 3 ou 4 vezes menor que o Sol.

Segundo Macedo e Rodrigues (2015), depois de realizar atividades em diferentes escolas, com alunos de diferentes séries do Ensino Fundamental, constatou algumas dificuldades destes, inclusive

em atividades como perceber a diferença de proporção do Sol e da Lua, achando que são de tamanhos equivalentes. Quando questionados sobre o assunto, fica claro que o conhecimento é bem distante do que deveria ser caso a Astronomia fosse bem abordada em sala de aula.

Sendo assim, a forma que os livros didáticos apresentam o Sistema Solar dificulta ainda mais o entendimento dos alunos, fazendo com que os mesmos aprendam de forma equivocada. É recomendada enfaticamente a observação direta do céu como ponto de partida e atividade básica no estudo da Astronomia.

De acordo com os PCNs (BRASIL, 1998, p. 95), é recomendada a “identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra”. Não é fácil perceber as distâncias entre os astros, principalmente a olho nu. A devida noção de quão grande é o espaço que os envolve, bem como as próprias dimensões destes, só é possível se forem realizados estudos mais aprofundados, além de muita curiosidade para procurar entender.

Desta forma, surgiu o questionamento: como fazer os alunos compreenderem bem o tamanho dos astros do Sistema Solar e as distâncias entre eles, de modo simples e com os recursos disponíveis na escola?

Para responder à questão, trago a experiência do curso ministrado na Unipampa, campus Bagé, com a temática *A astronomia e o mundo a nossa volta*, no qual foi apresentado maquetes do Sistema Solar para uso em sala de aula.

De posse deste conhecimento foram realizadas aulas no laboratório de informática com o programa *Stellarium*, que é um *software* livre que mostra o céu em três dimensões, e é utilizado por muitos planetários. Na versão 0.9.1, é possível visualizar um catálogo-padrão de mais de 600 mil estrelas com ilustrações de constelações e imagens de nebulosas². Seu desenvolvimento foi iniciado em 2001,

² O programa está disponível em <<http://sourceforge.net/projects/stellarium/>>, com versões para os sistemas operacionais Linux, OS/X e Windows.

por Fabien Chéreau, e é licenciado pela GNU General Public License (GPL), sendo assim, qualquer pessoa pode fazer seu download e usá-lo gratuitamente. Este primeiro enfoque foi importante para despertar um maior interesse dos alunos sobre os astros do Sistema Solar.

De acordo com Macedo e Rodrigues (2015) é importante deixar os alunos pensarem livremente sobre o que estão observando, e só depois procurar saber o que entenderam e/ou perceberam sobre o Sistema Solar. Desse modo, será mais fácil a percepção e compreensão de todo o contexto. Sendo assim, entender os movimentos dos planetas e das estrelas para, desta forma, compreender e tirar suas próprias conclusões. Assim, os alunos podem perceber a realidade acerca do Sistema Solar e dos demais astros e, possivelmente, estimular a curiosidade.

Após as aulas com *Stellarium*, foi realizado uma oficina. Para isto utilizamos bolas de isopor, tinta aquarela, durepoxi, fio de náilon, tecido TNT, ganchos e cola quente.

A oficina iniciou com a projeção de imagens do Sistema Solar encontradas em livros didáticos, seguida da discussão acerca destas. A intenção era fazer os alunos compreenderem que existem muitos erros nos livros didáticos quando o assunto tratado é o Sistema Solar, especialmente em relação ao tamanho dos astros e à distância.

Para darmos uma visão concreta do tamanho dos planetas e do Sol, usamos uma tabela, com o diâmetro do Sol e dos planetas, retirada da internet (Tabela 1) e convertimos estes valores para uma escala em que os mesmos coubessem no teto do laboratório de ciências da escola.

Tabela 1 – Diâmetro aproximado dos astros

Astro	Diâmetro real (Km)	Diâmetro adotado para maquete
Sol	1.391.160	1.39 cm
Mercúrio	4.879,4	4.8 mm
Vênus	12.103,6	12,1 mm
Terra	12.742	12.7 mm

Marte	6.779	6.7 mm
Júpiter	139.822	139.8 mm
Saturno	116.464	116.4 mm
Urano	50.724	50.7 mm
Netuno	49.244	49.2 mm

Fonte: Elaborada pelo autor.

O Sol foi representado por uma esfera feita de tecido TNT, colado com cola quente e presos com ganchos e barbantes, com diâmetro de 1m e 39cm. Os planetas representados por esferas feitos de isopor ou durepoxi com os seguintes diâmetros: Mercúrio (4,8 mm), Vênus (12,1 mm), Terra (12,7 mm), Marte (6,7 mm), Júpiter (13,9 mm), Saturno (11,6 mm), Urano (50,7 mm), Netuno (49,2 mm). Usamos bolas de isopor para fazer as esferas correspondentes aos planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, pois são os quatro maiores. Escolhemos isopor porque é um material de baixo custo e facilmente encontrada.

Para fazer as esferas dos demais planetas foi usado durepoxi (uma caixa pequena foi suficiente). Este material praticamente não encolhe quando seco e sua secagem é mais rápida que a da argila. Nada impede que se façam as esferas de Júpiter e Saturno com durepoxi (exceto o custo). Certamente, quem se dispuser a procurar materiais alternativos para esta atividade irá encontrar uma grande variedade.

Outra vantagem das bolinhas com isopor ou durepoxi é que elas podem ser pintadas com tinta guache, facilmente encontradas no comércio. Para esta atividade, a partir de uma pesquisa feita em livros e na internet, foi usada as seguintes tonalidades de cores: vermelho acastanhado para Mercúrio, marrom-amarelado para Vênus, azul com faixas brancas para representar a Terra, vermelho escuro para Marte, marrom com faixas brancas para representar Júpiter, verde-azulado com faixas brancas para Saturno, um azul turquesa para Urano, e azul mais escuro para Netuno. O anel que vai ao redor de Saturno da mesma cor do planeta.

Figura 1 e 2 – Alunos na aula prática, construindo e pintando os planetas do Sistema Solar.



Utilizamos a escala da Tabela 1 para o estudo do diâmetro os astros, porém, para colocarmos cada astro em sua devida posição de distância, proporcional ao tamanho da maquete e para caber dentro do laboratório, utilizamos outra escala (Tabela 2). Isso porque, se pegarmos a distância real do Sol até Netuno (último planeta), que é em média 4,498,396,441 km, e usássemos como referência o diâmetro empregado para fazer a nossa maquete, Netuno teria que estar a uns cinco quilômetros de distância, o que é inviável para o projeto e entendimento dos alunos. Para a construção das duas tabelas consultamos o site www.feiradeciencias.com.br, sala 24, que disponibiliza uma calculadora que utilizamos para fazer as tabelas apresentadas acima.

Tabela 2 – Distância aproximada dos astros

Planeta	Distância média ao Sol (km)	Distância ao Sol na escala adotada (cm)
Mercúrio	57.910.000	5,8
Vênus	108.200.000	10,8
Terra	149.600.000	15,0
Marte	227.940.000	22,8
Júpiter	778.330.000	77,8
Saturno	1.429.400.000	142,9
Urano	2.870.990.000	287,1
Netuno	4.504.300.000	450,4

Fonte: Elaborada pelo autor

Considerações finais

Depois de concluída as aulas de Astronomia e as oficinas de construção da maquete, os alunos puderam ver a gigantesca diferença de volume existente entre o Sol e os planetas. A atividade prática, uma vez realizada, dificilmente é esquecida, atendendo a

proposta de ensino da EJA, dito na introdução deste artigo, com aulas práticas e interdisciplinares, e com a utilização de recursos variados.

No início das atividades propostas os alunos pareciam desinteressados, porém, iniciadas as discussões, mostraram-se curiosos e com muitas indagações. Perceberam a carência de conteúdos que falasse sobre os astros e a deficiência das figuras mostradas nos livros.

As primeiras aulas, com o uso do *Stellarium* foram de grande importância para o início da oficina de maquete, já que os alunos puderam adquirir um conhecimento prévio sobre o Sistema Solar, estimulando a curiosidade para saber a real diferença de tamanho entre o Sol e os planetas.

Por fim, na última aula, foi usado o telescópio da Escola do Clube de Astronomia, do 9º ano, para observar a Lua, Júpiter, Saturno, Marte e algumas estrelas, porém o mais curioso foi o fato de conseguirem observar não só as cores dos astros como algumas luas, mesmo que de forma pequena, como a de Júpiter.

Referências

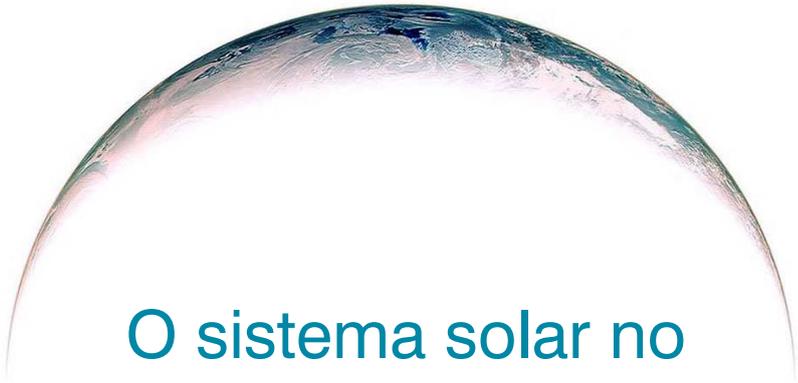
BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental - Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. *Lei nº 9394*, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC/SEF, 1996.

GONZALEZ, E. A. M. et al. A Astronomia como ferramenta motivadora no ensino das ciências. In: Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2., 2004, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG, 2004.

MACEDO, M. A. P., RODRIGUES, M. A. O tamanho dos planetas, de plutão e o Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 19, 2015.

NOGUEIRA, Salvador. *Astronomia: Ensino Fundamental e Médio*. Brasília: MEC/SEB; MCT/AEB, 2009.



O sistema solar no planetário da Unipampa¹

Andressa M. Jacques²

Gabriel L. de S. Costa³

Cecília P. Irala⁴

Guilherme F. Marranghello⁵

Introdução

A Universidade Federal do Pampa (Unipampa) foi criada em 2006, abrangendo uma região do Rio Grande do Sul que percorre toda a fronteira com o Uruguai até a fronteira com a Argentina. A universidade multicampi está espalhada em 10 cidades do Estado gaúcho, entre elas, o município de Bagé. Este trabalho apresenta um relato de atividades desenvolvidas nesta cidade, com cerca de 116.000 habitantes.

Em 2009, por ocasião do Ano Internacional da Astronomia, um grupo de professores e alunos iniciou um trabalho de divulgação científica em Astronomia no Campus Bagé/ Unipampa. Este trabalho era desenvolvido, basicamente, por meio de observações do céu e

¹ Artigo apresentado no IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), Goiânia/GO, 2016.

² Unipampa/Campus Bagé, katty.mj@hotmail.com

³ Unipampa/Campus Bagé, Gabriel.ladeia92@gmail.com

⁴ Unipampa/Campus Bagé, ceciliairala@unipampa.edu.br

⁵ Unipampa/Campus Bagé, guilhermemarranghello@unipampa.edu.br

palestras, abertas ao público. Em 2013, a Unipampa adquiriu um planetário inflável, agregando novas perspectivas ao trabalho do grupo. Atualmente, além de viajar pelas cidades da região de abrangência da Unipampa, e em algumas outras, recebemos as escolas em nosso Campus, em uma sala de aula onde o planetário é inflado.

O planetário da Unipampa recebe, principalmente, crianças no final da Educação Infantil e do Ensino Fundamental. Algumas turmas do Ensino Médio e do Ensino Superior também nos visitam, entretanto, são em menor número. A fim de melhor recebermos estas turmas e tornar esta experiência a mais significativa possível, elaboramos uma série de atividades que acompanham as sessões do planetário.

Neste artigo optamos por apresentar o material desenvolvido para o trabalho com as turmas que nos visitam em busca de informações sobre o Sistema Solar. Desta forma, não discorreremos sobre as demais atividades desenvolvidas no planetário, mais diretamente vinculadas a outras sessões, cujos enfoques são as Constelações, Eclipses ou Estações do Ano.

Optamos aqui por fazer um relato de experiência - destas crianças em visita ao planetário -, não nos aprofundando nas teorias que fundamentam nosso trabalho⁶. Assim, apresentamos a seguir, uma descrição do Sistema Solar em escala de tamanhos e distâncias, um sistema simples construído para uma exposição interativa sobre o Sistema Solar e um jogo de perguntas e respostas, sobre o mesmo tema, com o auxílio de *clickers*⁷.

Desenvolvimento

O Campus Bagé/Unipampa fica localizado na entrada do município e, por consequência, distante da maioria das escolas que nos visitam. Com o intuito de tornar a visita a mais proveitosa possível, foram desenvolvidos alguns materiais de apoio. Algumas

¹ Para tanto, consultar Marranghello; Pavani e Torbes (2011) e Marranghello e Pavani (2014).

² Dispositivo de votação eletrônica.

sessões de planetário versam sobre o tema Sistema Solar, assunto muito procurado por escolas de Educação Infantil e Fundamental. Neste trabalho, descrevemos algumas das atividades desenvolvidas como apoio a este tema.

Escala de Tamanho dos Planetas

O primeiro item desenvolvido foi a construção de um Sistema Solar em escala de tamanho. Tendo em vista que os materiais disponíveis em um primeiro momento eram esferas de isopor, construímos o Sistema Solar obedecendo o fator de escala obtido pelo tamanho da maior esfera (circunferência de 77 cm) que representaria Júpiter. Sendo assim, em nosso modelo, o Sol possui um diâmetro de 2,38 m e os planetas cada qual com seu diâmetro, conforme listados no quadro abaixo:

Quadro 01 – Escalas de tamanhos e distâncias utilizadas na maquete do Sistema Solar

Planetas	Diâmetro equatorial (km)	Diâmetro equatorial (escala) cm	Distância média ao Sol (km)	Distância média ao Sol (m)
Sol	1.392.000	238,7332278		
Mercúrio	4.879,40	0,836835425	57.910.000	99,31782488
Vênus	12.103,60	2,075812857	108.200.000	185,5670636
Terra	12.756,20	2,187736207	149.600.000	256,5696184
Marte	6.794,40	1,165265117	227.940.000	390,9256606
Júpiter	142.984	24,52229299	778.330.000	1334,865181
Saturno	120.536	20,67237669	1.429.400.000	2451,474683
Urano	51.118	8,76692898	2.870.990.000	4923,855673
Netuno	49.538	8,495953046	4.504.300.000	7725,043664
Plutão	2.320	0,397888713	5.922.000.000	10156,45241
Lua	1737,5	0,297987775		

O material utilizado para construir o Sol foi tecido TNT amarelo, formando uma meia esfera. A partir desta escala, os planetas foram dispostos em ordem de proximidade do Sol (Figura 1).

Figura 1 – Maquete do Sistema Solar em escala de tamanho.



Fonte: Acervo do grupo.

Para a construção da maquete utilizamos esferas de isopor, exceto os planetas Mercúrio e Marte e a Lua que foram construídos com massa epoxi. Os planetas foram pintados de forma que se assemelhassem às imagens reais de satélite. Além da escala de tamanho, foi indicada a inclinação do eixo de rotação de cada planeta através da fixação de um palito.

Figura 2 – Imagem mais aproximada da disposição dos quatro primeiros planetas do Sistema Solar, os planetas rochosos.



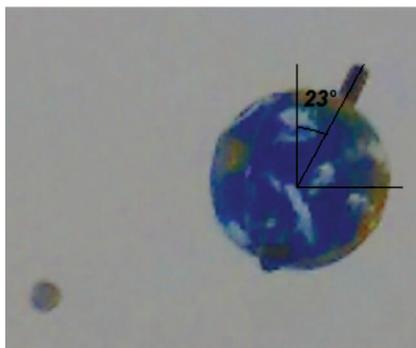
Fonte: Acervo do grupo.

Figura 3 – Imagem mais aproximada da disposição dos quatro últimos planetas do Sistema Solar, os planetas gasosos.



Fonte: Acervo do grupo.

Figura 4 – Imagem aproximada do planeta Terra na maquete do Sistema Solar. O palito foi colocado para indicar a inclinação de 23° .



Fonte: Acervo do grupo.

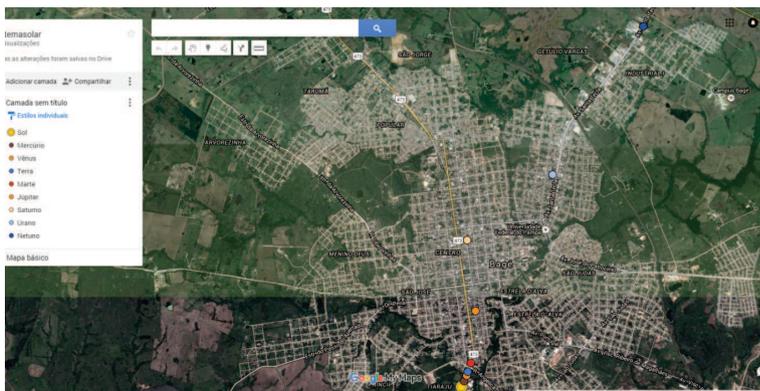
Escala de Distâncias dos Planetas

Uma grande dificuldade de descrição do Sistema Solar está em conciliar a escala de tamanhos dos planetas e suas distâncias. Seguindo o fator de escala utilizado para construir a maquete em escala de tamanho, a distribuição dos planetas em escala de distância não caberia no terreno da nossa Universidade. Portanto, para conciliar as duas distribuições, foi utilizado um mapa da cidade de Bagé e selecionado pontos conhecidos pelos alunos. O mapa foi construído com o auxílio da ferramenta de mapas do Google, que permite o cálculo de distâncias e a fixação de referências nos locais assinalados. A escala de distâncias utilizada está listada no Quadro 1, apresentado anteriormente.

Dispomos o Sol na entrada do Ginásio do Militão – que é um ponto bem conhecido pela população do município, por ser utilizado para diversas atividades esportivas e culturais –, os quatro planetas rochosos (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte) foram fixados no caminho para o principal cemitério da cidade. Júpiter e Saturno dispostos em duas das principais praças da cidade, Urano na avenida de entrada da cidade e Netuno localizado na entrada da Universidade. Com estes pontos de referência assinalados no mapa, projetamos

os mesmos, com o auxílio de computador e projetor multimídia, sobre uma tela, sendo possível aproximar, afastar e percorrer o caminho do Sol até os planetas. Uma visão geral do mapa está apresentada na figura a seguir.

Figura 5 – Visão geral do mapa do município de Bagé com os planetas dispostos em escala de distâncias.



Fonte: Acervo do grupo

Sistema de Exposição Interativa

Com o mapa pronto, conforme apresentado na Figura 6, um computador é instalado, tendo uma placa de vídeo capaz de suportar três saídas para diferentes monitores. Um dos monitores, sensível ao toque, permite a interação das turmas com o equipamento. Utilizado no modo de tela estendida, o monitor central (interativo) apresenta os planetas do Sistema Solar, além do Sol e da Lua. Ao tocar no planeta, este fica mais evidente no monitor central, enquanto o monitor da direita dispõe informações sobre o planeta, tais como período de rotação, diâmetro e composição, e o monitor da esquerda apresenta um pequeno vídeo, com duração aproximada de 5 minutos, trazendo algumas curiosidades sobre o planeta selecionado.

Figura 6 – Monitor central sensível ao toque, monitor à esquerda com pequeno filme sobre o planeta selecionado e monitor à direita com dados complementares sobre o planeta.



Fonte: Acervo do grupo

Jogo de Perguntas e Respostas

O planetário conta com um conjunto de aparelhos de votação eletrônica, conhecido como *clickers* (Figura 7). Sobre este sistema, apoiado em uma apresentação em *PowerPoint*, é apresentado aos visitantes um jogo de perguntas e respostas. Este sistema permite receber, de forma instantânea, as respostas dos alunos, tanto de forma individual como agrupadas, de forma a transformar o jogo em uma competição. O jogo também permite o armazenamento das respostas dos alunos para análise.

Figura 7: Dispositivo de votação eletrônica.



Implementação

As atividades descritas acima são desenvolvidas apenas quando as turmas escolares visitam o planetário na própria universidade. Estas turmas, em geral, têm idade entre 5 e 13 anos. Nem todas as atividades descritas anteriormente são apresentadas a uma mesma turma, elas constituem um acervo que pode ou não ser utilizado durante a visita. A escolha do uso dos materiais depende da idade e do número de visitantes, do tempo disponível para a visita e da afinidade do monitor com os materiais. Mesmo que um material seja utilizado com turmas de diferentes faixas etárias, a explicação em torno do assunto também difere.

Enquanto, em turmas de menor idade, a analogia com as maquetes desenvolvidas em sala de aula ajuda a explicar a relação de tamanhos e distâncias no Sistema Solar, com alunos de séries finais, do Ensino Fundamental, uma abordagem mais técnica sobre as escalas pode ser utilizada. Os *clickers* são utilizados com crianças de qualquer idade, entretanto, com crianças da Educação Infantil é necessário que o monitor leia as questões, e o objetivo do jogo é apenas o de trazer à tona os temas a serem discutidos. Com as crianças maiores, o jogo já pode ser usado como ferramenta para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do Sistema Solar.

Apesar de dito anteriormente, que não nos deteríamos na descrita da fundamentação teórica sobre o assunto achamos importante mencionar nesse momento que partimos da premissa de Ausubel (1978, p. IV), quando diz:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo.

Infelizmente, não é possível realizar a investigação com todas as turmas que nos visitam, entretanto, uma rápida conversa com o professor, antes da visita, já é capaz de trazer os elementos já trabalhados com os alunos em sala de aula. Na chegada ao planetário, os clickers também nos trazem uma resposta bastante rápida sobre o que as crianças já conhecem, permitindo uma adaptação ou redirecionamento da sessão do planetário. Também cabe ressaltar, que consideramos o planetário como uma atividade potencialmente significativa, por isso trabalhamos na recepção dos alunos para que esta proposta se concretize.

A exposição interativa pode ser manipulada pelas crianças quando a turma é pequena, entretanto, com turmas grandes, o próprio monitor opera o sistema, seguindo as perguntas e sugestões apresentadas pelas crianças. Além disso, quando as turmas são excessivamente grandes, ou seja, não cabem todos no planetário, a turma é dividida em dois ou três grupos e, enquanto um grupo assiste à sessão, o(s) outro(s) grupo(s) participa(m) destas atividades. Isto faz com que a sistemática seja diferente para cada turma. Enquanto um grupo entra em contato com assuntos detalhados sobre o Sistema Solar, através destas atividades, e antes de assistir à sessão do planetário, o outro grupo tem um contato mais lúdico na história contada dentro da sessão do planetário para depois se aprofundar no conteúdo com a realização das atividades.

A maquete do Sistema Solar é, em geral, utilizada como a primeira atividade, pois está bastante evidente na sala e serve para um primeiro levantamento sobre os conhecimentos prévios dos alunos. Enquanto algumas turmas chegam ao planetário sem terem

abordado nenhum conteúdo preparatório para a visita, outras turmas chegam cheias de questões, oriundas de uma sala de aula na qual o professor as preparou para a visita.

É importante ressaltar que, no momento da escrita deste trabalho, um curso para professores está sendo oferecido em parceria do planetário com a Secretaria de Educação. Neste curso, o tema Sistema Solar é abordado, trazendo questões como a órbita dos planetas, a representação teatral do movimento planetário, a representação de escalas em um rolo de papel higiênico e muitos outros assuntos.

Resultados e conclusões

Os dados deste trabalho ainda estão sendo coletados e analisados. Apresentamos aqui apenas uma análise preliminar das atividades desenvolvidas. As questões dos jogos com os *clickers* estão sendo reformuladas, entretanto, as questões utilizadas até o momento evidenciam uma grande disparidade no conteúdo de Astronomia abordado nas escolas, mesmo quando falamos de escolas da mesma rede e série. Devido a esta grande diferença, os *clickers* nos tem auxiliado a investigar o que os alunos já conhecem sobre Astronomia, logo na chegada ao planetário.

A exposição interativa e a maquete do Sistema Solar se mostram muito úteis nas explicações sobre as escalas e principais características dos planetas, entretanto, esta etapa do trabalho encontra-se em reestruturação, incluindo um curso para professores – em execução neste momento –, em que estas escalas estão sendo trabalhadas para posterior aprofundamento da investigação.

De toda forma, é possível inferir que a visita ao planetário tem instigado cada vez mais os professores da região a incluir a Astronomia em suas salas de aula, o que tem se tornado evidente, seja pela simples manifestação das crianças e dos professores, como também pelas respostas apresentadas aos *clickers*.

Referências

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2nd ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, Daniela B.; TORBES, L. O ano internacional da Astronomia no município de Bagé: o projeto Astronomia para Todos. *CCNExt - Revista de Extensão*, v. 2, p. 1-8, 2011.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, Daniela B. O ensino através de um projeto de extensão em Astronomia. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 4, p. 74-90, 2014.



Trabalhando com a energia solar no ensino de Física e Ciências

Márcia Maria Lucchese¹

Francisco Machado da Cunha²

1. Introdução

Há algum tempo li a seguinte frase:

“Todo estudante de ciência percebe que a principal fonte de energia na Terra é o Sol.”

Não encontro sua referência, mas quando li pensei imediatamente: Será? Será que nossos alunos, tão preocupados com suas vidas, em um mundo tão individualista e tecnológico, no qual a previsão do tempo, as estações do ano, a localização das pessoas vem atualizada na tela do celular, têm observado a natureza? Será que em algum momento foram instigados a olhar o céu (de dia ou durante noite)? Um ato simples que pode levar o ser humano a pensar, a filosofar e quem sabe, a questionar sobre Ciência. E porque não sobre tecnologia? Foi pensando nestas questões que resolvi

¹ Docente da UNIPAMPA. Contato: mmlucchese@gmail.com

² Discente do curso de Licenciatura em Física da UNIPAMPA. Contato: rancisco.cunha11@gmail.com

chamar a atenção para aquilo que parece óbvio a respeito de nossa estrela mais próxima:

- Produz energia suficiente de forma a aquecer diretamente o nosso planeta;
- Mantém a temperatura média da atmosfera e assim sustenta a vida humana, bem como, a vida biológica;
- É responsável pela reciclagem da água do mar / rio / lago;
- Proporciona, devido a absorção desigual do calor no Equador terrestre, a movimentação dos ventos;
- Ilumina o nosso planeta de forma que a faixa visível do espectro participa na fotossíntese, que fornece biomassa aos seres humanos e animais;

Analisando estes itens somos levados a concluir que sem o Sol não haveria vida na Terra. Sendo assim, podemos inferir que a evolução do homem também ocorreu com a evolução tecnológica no uso da energia proveniente deste Astro. Aonde exatamente queremos chegar? Com o processo de sedentarização, no qual começa a cultivar o próprio alimento e criar seus animais, o homem acaba tendo que observar o comportamento da natureza para aumentar, cada vez mais, a produção e também para se aquecer.

Nesse processo evolutivo, o homem necessita mais e mais energia, e buscá-la na energia solar acaba sendo o mais lógico e economicamente viável. A energia solar é usada tanto na forma de produção de calor quanto na geração de biomassa e geração de energia elétrica, através de painéis solares.

Entender como esta energia chega a Terra auxilia no modo como podemos usá-la, de forma mais econômica e sustentável. O Brasil recebe alta incidência solar, podendo ter um maior aproveitamento energético, por isso é tão importante mostrar aos nossos alunos que atitudes simples como instalação de janelas grandes para melhor aproveitamento da energia solar, instalação de sistemas de aquecimento da água e painéis fotovoltaicos, minimizam o consumo de energia elétrica.

A geração de energia elétrica é fundamental para o desenvolvimento de um país, tanto do ponto de vista econômico quanto social. Porém, gerar energia a partir de fontes renováveis é de extrema importância, já que os recursos são inesgotáveis, o impacto ao meio ambiente é menor e diminui-se a dependência econômica do país. No Brasil, 39,4% da energia elétrica gerada é oriunda de fontes renováveis e 60,6% de fontes não renováveis, segundo o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2015).

Devido à relevância do tema torna-se imprescindível abordá-lo na Educação Básica. Segundo consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999), o ensino de Física deve estar contextualizado em relação ao tema produção de energia elétrica:

Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do Universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. (PCNs, p. 23).

Há uma grande disponibilidade de recursos na internet para que alunos e professores possam consultar e elaborar experimentos relativos a geração de energia a partir de fontes renováveis. Um exemplo é a construção de geradores hidráulicos com materiais recicláveis, como motores de impressoras e turbinas que giram com colheres plásticas. São recursos demonstrativos e frequentemente encontrados em feiras de Ciências, mas, infelizmente acabam não discutindo os conceitos de Física no processo de construção, dificultando o uso pelo professor, por exemplo, para uma aula sobre conservação de energia mecânica.

Os livros didáticos, a partir das exigências dos PCNs, começam a exemplificar alguns conceitos envolvidos na produção de uma energia renovável, porém não se verifica professores da Escola Básica trabalhando em sala de aula com estes conteúdos. Talvez por falta de formação ou falta de tempo para elaborar e/ou ministrar as aulas.

No intuito de instrumentalizar o professor com uma atividade, ao mesmo tempo experimental e lúdica, apresentaremos a elaboração de um protótipo de uma residência que funciona com energia solar. A atividade de construção e utilização da casa já foi tema do minicurso oferecido VI Encontro Estadual de Física (LUCCHESE; MACHADO, 2015, p. 268).

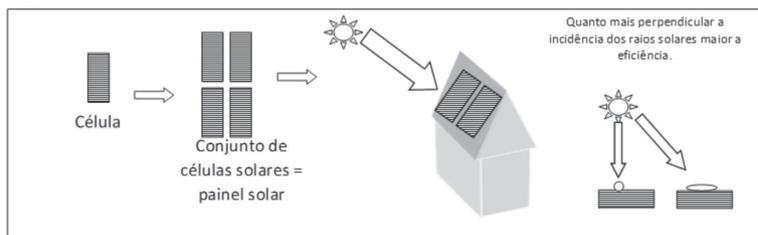
Desse modo, iremos neste trabalho, relatar como é gerada a energia fotovoltaica, como foi construído o protótipo e como é possível utilizá-lo para trabalhar conceitos de astronomia, eletromagnetismo e ciências com as crianças.

2. Geração de energia elétrica

A utilização da energia solar pode ser tanto do ponto de vista de geração de energia térmica quanto elétrica. A energia térmica é aproveitada através de coletores solares, cujo objetivo é aquecer a água em residências. A geração de energia elétrica através do Sol utiliza-se de módulos solares fotovoltaicos.

Um módulo solar fotovoltaico é constituído por um conjunto de várias células ligadas em série (Figura 1). Os módulos são instalados nos telhados das residências. A orientação para instalação dos painéis deve ser de modo a receber a maior quantidade de radiação solar durante o dia para um melhor rendimento. A incidência deve ser a mais próximo possível da normal, para gerar a maior quantidade de energia elétrica. A quantidade de módulos, que podem ser ligados em série ou em paralelo, depende do consumo do local onde estão sendo instalados.

Figura 1 – Modelo solar fotovoltaico

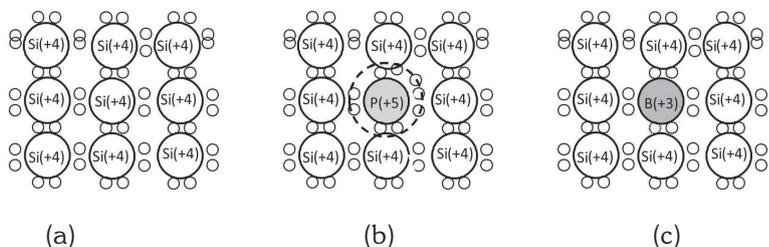


Fonte: Imagem elaborada pela autora.

Uma única célula solar é construída, como um sanduíche de um material semiconductor. Tradicionalmente o material utilizado é o silício. Para poder usar das propriedades deste material, em uma célula solar, é necessário alterar a sua estrutura eletrônica, a maneira de fazer isto é trocar um átomo de silício da estrutura por um átomo de outro elemento.

Um átomo de silício possui quatro elétrons ligados covalentemente a mais quatro átomos conforme Figura 2 (a). Se desejamos ter excesso de elétrons na estrutura devemos substituir o silício por um elemento que tenha mais elétrons (Figura 2 (b)), por exemplo, P, As e Sb – são elementos que se encontram na coluna do Grupo V A da tabela periódica. A energia de ligação deste elétron é pequena e ele pode se tornar um elétron livre na estrutura. Para este silício dopado dá-se o nome de tipo n. Se quisermos que “falem elétrons”, tipo p, devemos colocar na estrutura um elemento com menor quantidade de elétrons, como por exemplo, elementos do Grupo III A, da tabela periódica, por exemplo Al, B e Ga (Figura 2 (c)). Assim, esta deficiência eletrônica possibilita a formação de buracos na estrutura (CALLISTER, 2002). Neste caso identifica-se como silício do tipo p.

Figura 2 – Em (a) a estrutura do silício com 4 elétrons ligados covalentemente com outros 4 de seus vizinhos. Em (b) o fósforo entrou substitucional a um átomo de silício, um elétron fica orbitando em torno do átomo e temos um semiconductor do tipo n. Em (c) o boro entra substitucional e forma um semiconductor do tipo p.



Fonte: Imagem da autora, baseada em Callister (2002).

Para formar uma célula solar duas placas de silício tipo p e tipo n são postas em contato, como um sanduíche, entre elas contatos metálicos. A incidência de luz sobre esta estrutura fornece energia aos elétrons que estão submetidos ao campo elétrico gerados pela junção p-n, e estes podem então fluir pelo circuito, gerando uma corrente elétrica. Se não há luz os elétrons não fluem e o dispositivo não funciona. Quanto maior a incidência de luz, mais corrente elétrica, quando se diminui a incidência, menor a corrente, mas é claro que este dispositivo tem um limite de geração de corrente elétrica, as células solares têm uma eficiência de até 24,7%, (NT SOLAR, 2016).

Assim, pode-se concluir que a escolha dos módulos para a construção do protótipo irá depender da quantidade de elementos que se deseja colocar no circuito, pois a corrente elétrica que pode ser gerada com determinada placa, assim como, a luz incidente, são limitadas pelas características do dispositivo. Para melhor aproveitamento da energia, é necessário saber como instalar o sistema. Alguns sites da internet, como o América do Sol (2016), auxiliam nesta tarefa.

3. Elaboração do protótipo

Na construção do protótipo utilizaram-se os seguintes materiais: módulo solar fotovoltaico de 5W, com tensão de 22 V e corrente de 225 mA, pequena casa de marcenaria, elementos para montagem do circuito elétrico: leds, resistores de 640 Ω , capacitores, interruptores, regulador de tensão 7815, cabos, pinos bananas, motor DC 5 V, tinta e elementos decorativos.

A montagem do protótipo foi feita em 4 etapas, sendo elas: investigação a respeito da utilização do modelo do módulo solar escolhido; testes com os elementos do circuito com o módulo solar; fixação dos elementos na casa; e decoração.

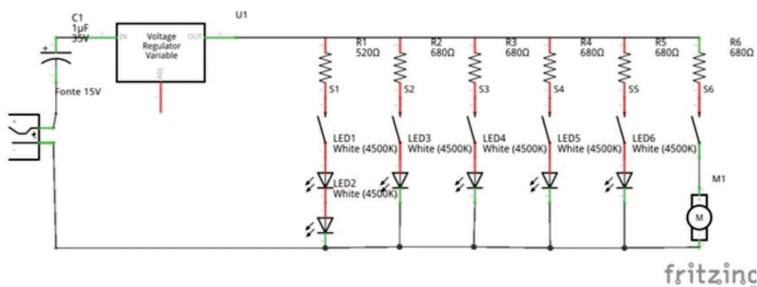
3.1 Investigação

Primeiramente realizou-se as medições e testes com o módulo solar, para poder identificar quais e quantos componentes poderiam ser instalados no circuito. As medidas de tensão e corrente foram feitas tanto em dias ensolarados quanto em dias nublados, com a placa estando direcionada perpendicularmente a incidência dos raios solares.

Para os dias ensolarados, sem nuvens, a tensão foi de 22 V, com nuvens 16V e medidas feitas com iluminação artificial, lâmpadas de 100W, a tensão obtida foi de 10V. A partir da análise das tensões optou-se por colocar no circuito um regulador de tensão de 15 V, para que as variações de tensão não afetassem os elementos do circuito.

A modelagem do circuito foi feita com o auxílio do *software* livre Fritzing³. No modelo abaixo (Figura 3) há uma fonte de energia que é a placa solar, capacitores, um regulador de tensão 7815, resistores, interruptores, LED e um motor DC de 5V. Como o objetivo é simular uma residência foram instalados dispositivos LED em série e em paralelo, assim como os capacitores.

Figura 3 – Modelo do circuito da casa elaborado a partir do *software* Fritzing



Fonte: <http://fritzing.org/download/>

O cálculo do resistor usado para os dispositivos do tipo LED foi realizado usando a Lei de OHM, equação 01, substituiu-se a queda de tensão no LED, tensão da fonte (V_{fonte}) menos a tensão no LED (V_{LED}) dividido pela corrente do LED.

$$R = \frac{V_{\text{fonte}} - V_{\text{LED}}}{I} \quad (1)$$

No protótipo foi utilizado um regulador de tensão para a placa solar com valor de entrada igual a 15 V (V_{fonte}). A queda de tensão no LED (V_{LED}) utilizada foi de 3.1 V e a corrente 20 mA. Assim, a resistência calculada para os dispositivos do tipo LED foi de 595 Ω . Utilizou-se resistores de 680 Ω por serem mais próximo do valor teórico.

A placa solar opera somente quando iluminada, assim, para que a casa pudesse funcionar sem incidência solar, poderiam ser instaladas baterias ou pilhas (como nos sistemas fotovoltaicos reais). Neste caso optou-se pela instalação de dois capacitores em paralelo de 5600 μF , que podem auxiliar também como uma ferramenta de ensino de associação de capacitores.

3.2 Testes

Nesta etapa realizou-se a montagem do circuito em uma placa de testes ou *protoboard* (Figura 4), antes de realizar a instalação em definitivo na casa. A etapa de testes é muito importante, pois a partir dela é possível verificar eventuais problemas e corrigi-los antes de ser montado o circuito definitivo.

Figura 4 – Circuito de Testes no Sol, fonte o autor.



3.3 Fixação dos Elementos

Após conclusão dos testes foi feita a fixação dos elementos do circuito na pequena casa de madeira, conforme Figuras abaixo:

Figura 5 (a) – Casa antes de receber os elementos do circuito e a decoração.
Figura 5 (b) – parte interna da casa na qual foram colocados os elementos do circuito.



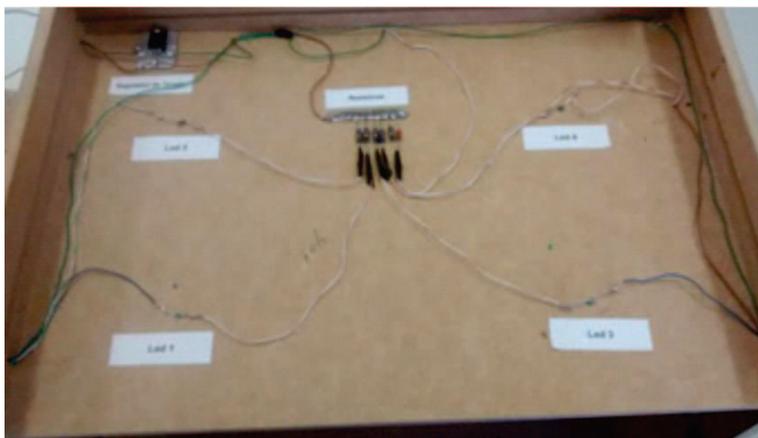
(a)

(b)

Fonte: Acervo dos autores.

Primeiramente utilizou-se a furadeira para a fixação dos dispositivos do tipo LED e pequenos interruptores em seus respectivos lugares (Figura 6). Em seguida, parafusou-se a chapa com os resistores e o regulador de tensão, juntamente com uma placa de metal para dissipar o calor, e realizou-se a fixação dos capacitores, na parte lateral e entrada do circuito.

Figura 6 – Elementos do circuito sendo fixados na casa, os elementos que ficaram em cima, fios e resistores dos dispositivos do tipo LED.



3.4 Decoração

A ludicidade da casa foi feita com retalhos de papel de parede, tecido e papel adesivo, para esconder os fios que ficavam expostos. Os móveis são miniaturas em gesso facilmente adquiridos em lojas de artesanato, e os personagens são pequenos brinquedos.

Figura 7 (a) – Elementos lúdicos no interior da Casa.

Figura 7 (b) – Casa vista de frente com placa solar instalada.



(a)



(b)

Fonte: Acervo dos autores.

4. Ensino

A casa foi elaborada pensando em como tornar a aprendizagem mais significativa e contextualizada. É uma ferramenta que proporciona, além do experimento, uma interação professor e aluno. Podem ser abordados inúmeras questões e temas, mas iremos exemplificar sua utilização no ensino de Astronomia, eletromagnetismo e Ciências para crianças.

4.1 Ensino de Astronomia

Uma sugestão de trabalho é a construção de um Gnômon (SEARA, 2016) e com ele determinar a posição dos pontos cardeais a partir da indicação do Norte geográfico, posicionando a casa de forma a ter incidência mais direta dos raios do Sol sobre os painéis solares.

O telhado do protótipo, elaborado neste trabalho, é móvel, de forma que o aluno pode verificar a variação de corrente gerada em um multímetro, conforme a angulação dos raios solares na superfície do painel placa, e preencher um roteiro de atividades conforme o apêndice A.

4.2 Eletromagnetismo

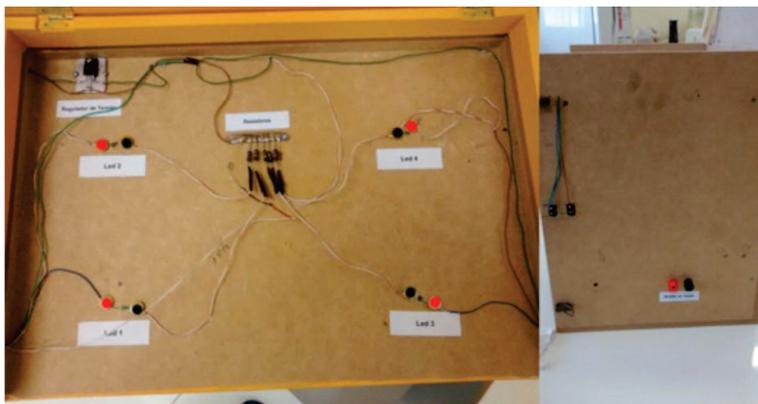
A casa foi projetada com o intuito de ser utilizada como recurso didático em aulas de eletromagnetismo, por isso possui vários pontos de medições, e com o auxílio de um multímetro podem ser medidas a tensão, a corrente e as resistências do circuito.

O circuito é formado pelo módulo fotovoltaico e por elementos que estão em série e em paralelo, assim como resistores e capacitores, possibilitando para o aluno perceber as diferenças nestas ligações. Os resistores possuem a função de limitar a corrente do circuito para que não ocorra a queima dos dispositivos do tipo LED. E os capacitores servem para armazenar carga e evitar variações de tensão, funcionando também como pequenas baterias.

Utiliza-se os pontos de medições (Figura 8) para identificar a tensão, a corrente e o resistor, possibilitando verificar a Lei de Ohm.

As setas indicam os pontos que podem ser medidos.

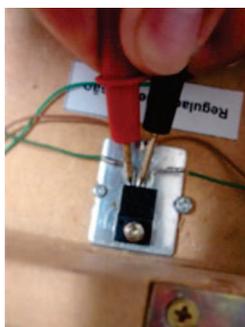
Figura 8 – Pontos de Medições.



Fonte: Acervo dos autores.

A aquisição dos dados é feita com um multímetro, em que colocamos as agulhas nos pontos de medições, sendo a cor vermelha (positivo) e preta (negativo), para verificar a tensão dos dispositivos do tipo LED. Colocando as agulhas no regulador de tensão (Figura 9) é possível analisar a corrente e as alterações da tensão realizadas pelo regulador. Posicionando entre os resistores identifica-se e compara-se os valores dos resistores.

Figura 9 – Regulador de tensão



Fonte: Acervo dos autores.

4.3 Ciências para Crianças

A casa vem sendo utilizadas para um contanto interativo com as crianças, tanto em escolas como em eventos científicos de divulgação na cidade. Também, com o intuito de exemplificar o uso de energias renováveis como fonte alternativa de energia.

Observa-se um grande interesse das crianças em entender como a casa funciona, da necessidade do Sol para que elas possam acender as luzes e que a diminuição da incidência solar provoca uma diminuição na intensidade das luzes e do motor. Portanto, é um método que desperta nas crianças grande interesse em saber como que a energia elétrica é gerada através do Sol. Ou, como a energia elétrica chega até a suas casas e se é possível utilizar a energia solar como alternativa.

Figura 10 (a) – Apresentação para alunos de uma Escola Municipal da cidade de Bagé.

Figura 10 (b) – Evento realizado em uma praça da cidade de Bagé.



(a)



(b)

Fonte: Acervo dos autores

4. Considerações finais

Em seu trabalho, Tah *et al* (2016) concluem que “[...] a experimentação é capaz de motivar os alunos a construírem perguntas relacionadas ao que acontece na natureza durante seu dia”.

Dentro deste contexto, acreditamos que o protótipo de uma casa que opera com energia solar pode auxiliar os professores em suas

práticas experimentais, proporcionando discussões mais aprofundadas de diferentes conceitos, entre eles, a produção de energia renovável e a observação da natureza.

A apresentação deste protótipo foi muito interessante dentro dos espaços escolares, assim como nos espaços públicos da cidade, despertando a curiosidade das crianças sobre a geração de energia a partir do Sol.

Já, em exposição à professores do Ensino Médio, durante o componente curricular sobre fontes de energia, a casa teve boa aceitação. Segundo depoimento, a casa pode ser utilizada em atividades para professores do Ensino Fundamental e Médio, e em curso de Astronomia.

Referências

AMERICA DO SOL. *Guia de microgeradores fotovoltaicos*. Disponível em: <http://www.americadosol.org/guiaFV/>. Acessado em 05 de jul. de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC) - Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/ Semtec, 1999.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – Empresa de Pesquisa Energética (EPE). *Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional*. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/> > Acesso em 29 de jun 2016.

CALLISTER JR, W. D. Propriedades elétricas, Semicondutividade. In: _____. *Ciência e Engenharia de Materiais*. 5ª ed. São Paulo: LTC, 2002. p. 422-424.

LUCCHESI, Márcia Maria; MACHADO, Francisco. Uma casa com energia solar. In: Encontro Estadual de Ensino de Física. 6. *Atas do VI EEEFIS*. Porto Alegre, RS, Instituto de Física, UFRGS, 2015. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/6eeefis/VI_EEEFis-RS/home_files/Atas_VI_EEEFis_RS.pdf

NT SOLAR – Núcleo de Tecnologia em Energia Solar. *Energia solar fotovoltaica*. Faculdade de Física. PUCRS. Disponível em: <http://www.pucrs.br/cbsolar/energia.php>. Acessado em 05 de jul. de 2016.

SEARA DA CIÊNCIA. *Astronomia*. Construindo um relógio solar. Disponível em: <<http://www.seara.ufc.br/sugestoes/astronomia/astronomia01.htm>>. Acessado em 18 de ago. de 2016.

TAH, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. DE L.; FOLMER, V. F. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.11, n.1, 2016.

Anexo

Energia Solar Fotovoltaica

ATIVIDADE 1: Medindo a corrente em um painel solar

Introdução: Nesta atividade você deverá observar a relação entre a geração de corrente e a luminosidade em um painel solar.

Material necessário: Placas solares e Multímetros.

Procedimento:

1. Incida luz sobre o painel solar e verifique a corrente no multímetro. Caso não tenha Sol, testar com as lâmpadas.

2. Verifique o que acontece com a corrente quando alteramos a quantidade de luz, ou seja, a incidência do Sol na superfície da placa. Para tanto, cubra com papelão: toda a placa, 1/3 da superfície, 2/3 da superfície e nada.

3. Incline a placa solar em diferentes ângulos e anote a corrente associada.

4. Posicione a placa solar em diferentes posições em relação ao céu.

Elabore uma tabela e organize os dados de posição X corrente do multímetro.

Posição da placa solar	Valor da corrente

Questões:

1. Como explicar o comportamento da corrente quando se recobre a placa?

2. Você consegue estabelecer a relação entre a incidência de Sol sobre a placa solar realizada no procedimento 4 e a quantidade de luz solar diária?

3. A quantidade de energia elétrica produzida pela placa solar é a mesma durante todo o dia?

4. As instalações dos painéis solares obedecem a alguma orientação, como explicar?

ATIVIDADE 2: Energia solar transformada em energia mecânica e elétrica.

Introdução: Nesta atividade você deverá observar o efeito da energia elétrica produzida por um painel solar agindo em um motor elétrico.

Material necessário: Placas solares, Conectores, Motores e Lâmpadas

Configuração do circuito:

1. Conecte o painel solar ao motor com os conectores e ilumine o painel solar.

2. Conecte os painéis solares aos LEDs com resistores e ilumine o painel solar.

Questões:

1. A quantidade de energia produzida pela placa solar foi suficiente para acionar o motor? Caso não tenha sido, como você faria para aumentar esta energia?

2. O LED acendeu no seu experimento? Com base neste circuito, explique como deve ser o circuito em sua residência caso queira instalar painéis solares?



Da Supernova ao Sistema Planetário

Guilherme Frederico Marranghello¹

Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com você. (Carl Sagan)

Uma nuvem de poeira, gás, metal, ideias e comprometimento preenchia o Universo. Mesmo que rica em metais, projetos e ações, esta nuvem de matéria necessita de uma força externa para transformar-se. Eis que uma supernova distante explode e uma onda de choque se propaga, causando uma perturbação nesta nuvem. Esta perturbação cria regiões de maior densidade de matéria, composta basicamente por pessoas comprometidas com a educação. Esta nuvem é fragmentada nestas regiões, dando origem a dezenas ou centenas de estrelas que começarão a brilhar. A esta supernova, hoje amplamente estudada, foi dada o nome de OBEDUC, ocorrida em 2013 na região da constelação de CAPES. Supernovas são eventos incrivelmente belos e importantes para a evolução do nosso Universo. Dentre os eventos mais energéticos que conhecemos.

Da nuvem fragmentada, cada região começa seu colapso em direção à região de maior densidade de matéria, ideias e

¹ Docente da Unipampa/Campus Bagé. Contato: guilhermemarranghello@unipampa.edu.br

conhecimento. A matéria gira ao redor deste centro gravitacional. Na região mais interna, a pressão vai aumentando até o ponto em que uma estrela começa a brilhar. Ao seu redor, pequenos planetesimais colidem e, ao reunirem-se, dão origem aos planetas. Este sistema planetário ainda é composto por asteroides, cometas e diversas estruturas, incluindo as luas que orbitam estes planetas.

Damos atenção à região colapsada na Região da Campanha, justamente aquela que deu origem a uma estrela denominada por Renata Lindemann. Seu comprometimento com a educação cria um campo gravitacional ao seu redor, fazendo com que inúmeros planetas percorram órbitas elípticas, juntamente com suas luas. Alguns planetas giram mais próximos, como os planetas Márcia Lucchese e Vania Barlette, caracterizados pela alta interação gravitacional da colaboração e da coordenação de um Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Ainda existem diversos outros planetas, sendo alguns mais próximos e outros mais distantes. Alguns muito distantes que parecem estar separados por um cinturão de asteroides. Outros com órbitas bastante elípticas, hora estando mais próximos, hora estando mais distantes. Mas o importante é que todos estes planetas interagem de forma harmônica, percorrendo o caminho descrito por Kepler.

Todos estes planetas recebem a denominação de Planetas-Orientadores que, por sua vez, têm como companheiras as Luas-Orientandas. Alguns planetas possuem poucas luas ao seu redor, devido à baixa interação gravitacional, enquanto outros parecem reunir uma grande quantidade de luas, belas, misteriosas, sábias e dedicadas. Neste sistema planetário existe uma grande peculiaridade: todos os planetas são habitados, bem como suas luas. Devido a esta peculiaridade, todos os povos receberam a mesma denominação: alunos. É bem verdade que algumas tribos preferem diferenciá-los com sobrenomes do tipo aluno da Educação Infantil, do Ensino Fundamental, do Ensino Médio ou do EJA, até mesmo alunos universitários. Mas o fato é que este sistema planetário que contém inúmeros planetas e dezenas de luas, é habitado por uma população de milhares, ou dezenas de milhares de alunos. E conforme as

gerações passam, estes números só aumentam.

Todos estes planetas e luas se apresentaram com uma atmosfera e superfície rica em materiais dos mais diversos. Sua exploração permitiu encontrar elementos inovadores em seu interior, inclusive elementos que não existiam nesta faixa do Universo, como o TCC e o MSc em Ensino de Ciências. Apareceram até alguns elementos mais misteriosos e de difícil compreensão, como as tais Produções Educacionais ou Produção Técnica. Apesar destes elementos serem facilmente encontrados em outras regiões da galáxia Brasil, na Região da Campanha tinha registro apenas de elementos providos de áreas externas, nunca antes encontrados dentro de seus corpos. Estes elementos são de grande importância para os povos “alunos” que vivem na superfície dos planetas e luas.

Depois de quatro longos anos desde a supernova, as populações prosperaram, diversificaram e evoluíram. Incrivelmente, novos planetas e luas foram descobertos, enquanto alguns seguiram seu caminho rumo a outros sistemas planetários. Este livro trouxe um pouco da história deste sistema planetário, que por vezes foi visitado por cometas providos de longe, como o cometa João Harres, deixando um rastro de sabedoria por aqui. Alguns eventos, que não pertencem ao nosso sistema, tiveram brilho tão intenso e com características tão similares às dos nossos planetas e luas, que recebemos aqui com alegria. Este livro traz relatos das populações que habitam o planeta Astronomia. Relatos feitos, vejam só, pelo próprio planeta, por suas luas, populações e outros corpos que compartilham desta órbita. Mas seria impossível escrever este capítulo tentando abarcar apenas os relatos nele apresentados. Este capítulo tem o dever de concluir trazendo consigo todos os povos que fizeram deste sistema planetário algo tão rico e belo. Assim, para finalizar, pedi a alguns corpos deste sistema planetário, formado na Região da Campanha, que trouxessem um pouquinho de suas órbitas para compor o livro:

Desde o momento que me propus a participar da OBEDUC, deslumbrei a possibilidade de expansão de meus conhecimentos em prol de melhoria

da educação de nosso país, e realmente, o Observatório da Educação me propôs uma reflexão muito boa, na qual pude pensar questões muito importantes para minha formação no Mestrado em Ensino de Ciências. Vejo que a OBEDUC e o programa do Mestrado andam juntos na realização de suas atividades e que ao entrar tanto na OBEDUC quanto no MPEC, pude realizar todas as atividades com mais afinco aproveitando ao máximo todos os momentos de orientações e aulas do mestrado com professores renomados que a Universidade nos possibilita.

[...]

Penso que o OBEDUC trouxe-me uma possibilidade muito grande de crescimento pessoal e profissional, e minha participação tem contribuído para engrandecer este projeto OBEDUC, vejo que ainda temos muito para contribuir em prol de um ensino que possibilite a articulação entre o conhecimento e a vida das pessoas com sentido real, rompendo assim um ensino fragmentado e dogmático.

Leonardo Caetano

Quando entrei no planetário estava pensando ainda em mudar de curso, depois de um tempo me encontrei na Astronomia, área que agora quero seguir. Recebemos visitas de escolas do município ou levamos o planetário a outras cidades, esse contato com os nossos visitantes é muito importante e me ajuda a como trabalhar com turmas de diversas idades, já que curso licenciatura em física ter o contato “aluno professor” quando apresentamos uma sessão para um turma sempre procuramos explicar didaticamente assuntos sobre Astronomia, usando como recurso muitas vezes um Sistema Solar em miniatura ou no quadro. Dado isso posso dizer que trabalhar no planetário é uma experiência muito boa para a área que escolhi, tirando que falar com cada turma é muito bom, geralmente eles apresentam grande interesse na Astronomia então a conversa flui.

Andressa Jacques

Participar da primeira turma do mestrado, assim como foi um grande desafio, foi uma oportunidade de expandir conhecimentos. Destaque para as possibilidades oferecidas pelos bons professores e pela constante troca com os colegas, que mesmo com carga horária significativa em suas escolas sempre estavam dispostos a contribuir nas dificuldades que encontrei. Participar do OBEDUC reforçou ainda mais minha convicção de que é necessário investir na formação continuada e no aprimoramento de minhas ações em sala de aula.

Francelina Vasconcelos

A preocupação em tornar as aulas atraentes para os alunos e a busca por novos conhecimentos estiveram sempre presentes em minha vida. Movida por estes ideais e sentindo a necessidade de estar atualizada e em constante renovação, procurei uma forma de contemplar estas aspirações, encontrando no Mestrado a sua satisfação. A possibilidade de cursar um mestrado, a apenas 70 km de minha cidade, algo jamais imaginado há poucos anos, foi a realização de um sonho. Em junho de 2012, ingressei no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências tendo a oportunidade de conviver com outros professores da educação básica e realizar aprofundamento teórico em distintas componentes curriculares do mestrado. As inquietações, enquanto professora de química, a convivência com outros colegas, assim como a instrumentação possibilitada pela permanência no mestrado e suas aplicações, permitiram um grande crescimento profissional e pessoal.

Láís de Faria

Quando iniciei o planejamento de uma sequência de ensino, que faria parte de meu estudo dentro do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (Unipampa/Bagé), o que me impulsionava era a possibilidade de motivar meus alunos nas aulas de Química. Ao término da aplicação e análise da pesquisa, percebi que a motivação que esperava encontrar em meus alunos se refletia na minha própria motivação. E que, a oportunidade da realização desse mestrado contemplava exatamente o que estava buscando, além de sinalizar a possibilidade que todo professor deve ter consciência: a da autoria de seu próprio material didático, sem a rigidez de um “currículo engessado”. Acredito que quem não se propõem a aprender pouco terá a ensinar, pois são das nossas experiências que tiramos os subsídios que darão o diferencial em nossas aulas.

Anajara Fígaro

