

EDUCAÇÃO INFORMAL EM ASTRONOMIA NA RECÉM-CRIADA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

Guilherme F. Marranghello¹, Daniela Borges Pavani²

¹Universidade Federal do Pampa/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas,
gfmarranghello@gmail.com

²UFRGS/Departamento de Astronomia, dpavani@if.ufrgs.br

Resumo

Descrevemos os esforços para levar astronomia à recém-criada Unipampa, no extremo sul do Brasil, através do projeto "Astronomia para Todos" que incluiu a introdução de disciplinas de astronomia em cursos de graduação e pós-graduação; palestras proferidas para alunos de graduação e ensino médio; exposição de imagens astronômicas; observações usando um telescópio. Onze estudantes, dos cursos de Licenciatura em Física e Engenharias, participaram como bolsistas. Durante o ano de 2009 foi dedicada atenção especial à formação destes, pois no o ano de 2010 os mesmos deveriam produzir materiais, proferir palestras e realizar atendimento ao público. Para avaliar a contribuição na formação dos bolsistas aplicamos os testes: i) Tópicos avançados em astronomia e, ii) Teste Diagnóstico de Conhecimentos em Astronomia (ADTv2.0). Cinco dos onze bolsistas participaram do projeto desde o início, para estes o teste (i) foi apresentado no início de 2009 e ao final de 2010. Além de analisarmos individualmente a evolução do conhecimento verificamos a evolução do desempenho de uma forma mais geral. Ao analisarmos as notas alcançadas no pré e pós testes (valor máximo 90 pontos) verificamos que os bolsistas (identificados por letras) demonstraram evolução no conhecimento: 3 e 54 (C), 15 e 47 (D), 44 e 58 (E), 62 e 66 (G), 26 e 58 (I). O resultado do ADT dos onze bolsistas foi comparado com aquele obtido por nove alunos de uma disciplina de fundamentos de astronomia de uma universidade brasileira. No geral, os grupos obtiveram desempenho semelhante. Entretanto, os bolsistas do projeto se destacaram em questões baseadas em conhecimentos observacionais, já os estudantes da disciplina se destacaram em questões baseadas em cálculos matemáticos. Considerando o exposto, apontamos para a viabilidade da utilização de um projeto de extensão, a exemplo do por nós desenvolvido, como complemento à educação formal desenvolvida tradicionalmente através de disciplinas da matriz curricular.

Palavras-chave: astronomia, ensino informal, extensão

Introdução

Na cidade de Bagé, Rio Grande do Sul, as atividades de popularização da astronomia, incentivadas pelas pela participação do Brasil no Ano Internacional da Astronomia (AIA), em 2009, se deram através de um projeto de extensão, ligado ao curso de licenciatura em física da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), denominado "Astronomia para todos". Tal projeto, iniciado em 2009, segue em atividade ainda durante o ano de 2011.

Dentre as diversas exigências da matriz curricular de um curso de licenciatura em física, encontram-se um total de 200 horas em atividades extra-curriculares. Cada curso deve organizar atividades que possibilitem ao aluno cumprir tal carga horária, sendo uma delas, a participação em projetos de extensão, que compõem um dos pilares de sustentação da Universidade.

Ao considerarmos um projeto de extensão como essencial para a formação dos alunos de um curso de licenciatura em física, destacamos o texto de Langhi e Nardi (2010):

A importância do estudo dos conteúdos disciplinares na formação de professores foi trazida à atenção principalmente com os estudos de Shulman, que os denominou de “paradigma perdido”, referindo-se ao fato do enfoque das pesquisas em educação não reconhecerem suficientemente seu papel significativo no desenvolvimento profissional docente. Recentemente, o papel dos demais saberes docentes (além dos saberes disciplinares), na formação profissional de professores, tem sido amplamente discutido [...] No caso específico da Astronomia, os resultados das pesquisas mostram que seus conteúdos não estão sendo trabalhados de maneira significativa, quantitativa e qualitativamente, nem mesmo em cursos de formação inicial de professores.

O relato de Langhi e Nardi se torna ainda mais preocupante quando um curso de licenciatura em física, oferecido na recém-criada Unipampa, não oferece nenhuma disciplina específica sobre astronomia de forma regular. As disciplinas ofertadas até o momento – Fundamentos de Astronomia, Ensino de Astronomia e Astronomia Extragalática – possuem caráter eletivo, ou optativo. Este retrato já foi feito, anteriormente, por Bretones e Compiani (2010):

Os conteúdos de Astronomia há muito tempo estão presentes, de alguma maneira, nos programas oficiais ou nos livros didáticos, ao longo das reformas curriculares no Brasil.

Contudo, na legislação da formação de professores não existe determinação específica referente aos conteúdos de Astronomia. Os cursos superiores no Brasil oferecem pouquíssimas oportunidades para que os professores tenham formação inicial para lecionar conteúdos de Astronomia. São, portanto, necessárias estratégias nacionais para a implantação de cursos de formação continuada de professores.

O projeto de extensão “Astronomia para todos” foi pensado para constituir-se em um instrumento de aprendizagem dos alunos-bolsistas, dando assim, especial atenção à formação dos mesmos, sendo também uma ação para popularização da astronomia na região. Nesse sentido, o foco principal da presente análise é investigar o quanto o projeto contribuiu para a formação de cada um dos bolsistas no que diz respeito aos conhecimentos referentes à astronomia.

O Projeto “Astronomia para Todos”

A Unipampa iniciou suas atividades no ano de 2006, sob a forma de campi avançados das Universidades Federais de Santa Maria e Pelotas. Apenas em 2008 a Universidade foi finalmente criada através de decreto lei. Funcionando em 10 cidades diferentes, espalhadas pela mesoregião conhecida por fronteira sul, a Unipampa foi criada com o objetivo de reerguer uma região do Rio Grande do Sul, anteriormente rica, mas altamente empobrecida nas últimas décadas.

O campus Bagé congrega os cursos de licenciatura em física, matemática, química e letras, além dos cursos de engenharia química, de produção, de energias renováveis e ambiente, de alimentos e da computação. Juntos, estes cursos oferecem 500 vagas anuais através do ENEM. O município de Bagé possui, segundo o último censo 2010, uma população de 116.792 habitantes. Dentro deste cenário foi montado o projeto “Astronomia para Todos”, com financiamento do CNPq (2009/2010) e do MEC (2010), onde palestras quinzenais foram realizadas, seguidas de observação do céu, sempre que este apresentasse condições meteorológicas

adequadas. Durante o ano de 2009 as palestras foram, em geral, ministradas pelos professores organizadores do projeto. Em 2010 o projeto foi mantido de forma regular em um local cedido pela Secretaria Municipal de Cultura, passando a contar com uma exposição aberta à visitação pública e palestras quando solicitadas por escolas. No presente ano (2011) o mesmo está itinerante nas escolas.

Os alunos bolsistas foram responsáveis por preparar apresentações sobre alguns temas específicos de astronomia para serem ministradas a grupos escolares que agendavam visitas ao projeto. Estas palestras versaram sobre o Sistema Solar, Eclipses, Estações do Ano e outros assuntos diretamente relacionados ao ensino fundamental e médio. Os alunos-bolsistas que trabalharam nos dois anos no projeto tiveram um ano de formação passiva em 2009 para ter uma formação mais ativa em 2010 (Ferreira et al. 2008):

Nesse ambiente de entretenimento, de opções e educação surge a figura do monitor. O trabalho de monitoria pretende contribuir com o desenvolvimento da competência pedagógica e auxiliar os acadêmicos na apreensão e produção do conhecimento. Gaspar ressalta que o nível de exigência de um visitante em relação a uma explicação depende do nível de conhecimento individual. No entanto, ao estudar um determinado assunto relacionado a um experimento o aluno-monitor acaba aprimorando seus próprios conhecimentos.

Os bolsistas ainda foram encarregados de desenvolver instrumentos, métodos ou experimentos para ilustrar suas palestras, além de utilizar vídeos e/ou animações computacionais. Foram construídos, por exemplo, relógios de Sol, telescópios, lunetas e um aquecedor solar, e utilizadas lanternas para demonstrar eclipses e estações do ano. Ainda foram feitos experimentos com lâmpadas e termômetros para demonstrar a dependência da temperatura de um planeta com a sua distância do Sol, experimentos sobre condução de calor e sobre conservação de momento angular. Os alunos também realizaram apresentações em diversos eventos como o Salão de Iniciação da própria Unipampa, no Salão de Extensão da UFRGS (2010), no 28º Seminário de Extensão Universitária da Região Sul e no evento que congrega as atividades de ensino, pesquisa e extensão da Urcamp (Universidade particular presente na região de implantação da Unipampa).

Fundamentação Teórica

A formação dos bolsistas para o ciclo de atividades, palestras, observações e construção de atividades experimentais foi baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005). Não pretendemos fazer uma revisão do assunto, mas desejamos apontar os principais aspectos da teoria relacionados à aprendizagem dos bolsistas.

Ausubel (2000) acredita que o fator isolado que mais contribui para a aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece. Desta forma, um questionário inicial, aplicado aos bolsistas, serviu para estruturar o ciclo de palestras apresentados ao longo de 2009. O encontro com os bolsistas de forma mais descontraída também gerou um “clima” mais aberto para a discussão de assuntos relacionados à astronomia, educação e política de forma mais aberta, onde os alunos sempre foram incitados a se manifestar. A participação de bolsistas em um projeto de extensão também retira do aluno a obrigatoriedade de realizar uma prova ou exame de avaliação, deixando que o aprendizado se torne mais prazeroso e que o aluno tenha

uma pré-disposição em aprender. Estas são as características principais dos alunos que ingressaram no projeto como bolsistas.

Utilizando uma ordenação para apresentação das palestras de forma a partir do mais natural, palpável e cotidiano, para o mais específico e abstrato, realizamos uma ordenação dos conhecimentos de forma que as palestras anteriores poderiam servir de subsunçores para os conhecimentos apresentados em seguida. A realização de atividades como a construção de maquetes, planisférios e relógios de Sol visaram tornar a aprendizagem mais significativa e menos mecânica, fazendo também com que os bolsistas fossem agentes de seu próprio aprendizado. Desta forma ainda pretendemos ter propiciado aos alunos a chance de realizar atividades com diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, ao aprofundar tópicos e retornar aos experimentos e/ou simulações. Estas duas características fundamentais da aprendizagem significativa ainda foram mais fortemente manifestadas no segundo ano de atividades onde os bolsistas ficaram encarregados de preparar materiais para apresentação, tanto em níveis avançados, para os eventos noturnos e quinzenais, quanto em nível mais básico, para os alunos de ensino fundamental e médio que visitavam o projeto durante a semana.

Para descrever a Aprendizagem Significativa Crítica, fazemos uso das palavras de Moreira (2005):

Neste ponto é preciso, antes de mais nada, esclarecer o que está sendo entendido aqui como aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo. É esse o significado de subversivo para Postman e Weingartner (op. cit., p. 4), mas enquanto eles se ocupam do ensino subversivo, prefiro pensar mais em aprendizagem subversiva e creio que a aprendizagem significativa crítica pode subjazer a esse tipo de subversão. É através da aprendizagem significativa crítica que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a idéia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente.

Talvez, a principal característica de uma aprendizagem significativa crítica, manifestada pelos bolsistas, tenha sido o desenvolvimento da capacidade de fazer perguntas, afinal, é a partir das perguntas formuladas por si próprios que as apresentações construídas por eles foram desenvolvidas. Apenas os tópicos eram apresentados aos alunos que deveriam construir, inicialmente, suas apresentações, avaliadas pelos coordenadores do projeto e, quando necessário, reorganizadas e reestruturadas.

O princípio da diversidade de materiais de consulta também formaram um alicerce do projeto. Certamente, alguns livros textos foram frequentemente utilizados, mas artigos sobre ensino de astronomia também o foram. Sítios da internet também constituíram importante ferramenta, respeitando as fontes de

informação ao utilizar dados de páginas de grupos de pesquisa em astronomia e ensino de astronomia como os sítios do IAG, IF-UFRGS e ON.

Como as atividades foram essencialmente realizadas pelos bolsistas, a aprendizagem pelo erro também foi de extrema importância. Citamos como exemplo a construção dos telescópios. Os próprios autores revelam a aprendizagem pelo erro na estruturação do projeto e nas estratégias de divulgação de atividades, modificando a estrutura entre 2009 e 2010. Na continuidade as atividades do projeto, uma nova estrutura está sendo organizada a partir destes resultados para organizar as atividades de 2011.

Metodologia

O trabalho de investigação realizado dentro do projeto de extensão “Astronomia para Todos” foi desenvolvido ao longo dos dois primeiros anos de execução. Com o intuito de avaliar a contribuição na formação dos estudantes aplicamos os seguintes testes: i) Tópicos avançados em astronomia; ii) Teste Diagnóstico de Conhecimentos em Astronomia *Astronomy Diagnostic Test*, (ADTv2.0)¹. O ADT é uma ferramenta utilizada para avaliar o conhecimento de astronomia em diversas escalas. Neste trabalho o ADT foi utilizado para comparar o resultado obtido pelos bolsistas do projeto de extensão com os resultados obtidos por alunos do curso de licenciatura em física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que cursavam as disciplinas de Fundamentos de Astronomia e Ensino de Astronomia em 2010.

Cinco dos onze bolsistas participaram do projeto desde o início, para estes o primeiro questionário (Tópicos de Astronomia) foi apresentado no início de 2009 e ao final de 2010 configurando, assim, o procedimento metodológico de aplicação de pré e pós-testes. Dos seis alunos que responderam somente os questionários de avaliação ao final de 2010, dois começaram a participar do projeto ao final de 2010.

Na análise dos dados os bolsistas estão identificados por letras, para preservar suas identidades. Todos os bolsistas recebiam auxílio, seja do CNPq, MEC ou da Unipampa para participar do projeto. Apenas duas bolsistas eram oriundas do curso de licenciatura em física, sendo os demais pertencentes aos cursos de engenharia química, engenharia de alimentos e engenharia de energias renováveis e ambiente.

O questionário “Tópicos de Astronomia” está disponível no Quadro 1. O objetivo das questões 1) a 3) não é, de forma alguma, descobrir se os bolsistas são capazes de decorar os valores exatos destes dados, mas sim verificar se eles possuem uma noção sobre suas ordens de grandeza. O mesmo se repete com as questões 6) e 7). Mesmo que estas questões não possam servir para avaliar o desenvolvimento do aluno nos conhecimentos sobre astronomia, o conhecimento mesmo que aproximado destes valores, pretende revelar a efetividade da participação do bolsista nas atividades desenvolvidas. Além destas questões, existem outras sobre astronomia no dia a dia (20 e 21), astronomia básica (9, 11 e 13), tópicos avançados (17, 26, 27 e 28) além de questões de conhecimentos diversos em astronomia (10).

1 Disponível em: <http://solar.physics.montana.edu/aae/adtv/>

Discussão

Pré e Pós-testes: tópicos em astronomia

Além de analisarmos individualmente a evolução do conhecimento entre os candidatos, também consideramos necessário verificar a evolução do desempenho de uma forma mais geral, desenvolvendo uma avaliação quantitativa e atribuindo notas para as respostas ao questionário do Quadro 1, da seguinte forma: 0 pontos – resposta considerada totalmente errada ou inexistente, 1 ponto – resposta insuficiente, 2 pontos – resposta adequada, mas incompleta e 3 pontos – resposta excelente, totalizando 90 pontos para todo o questionário. Sendo assim, foi possível considerar os resultados de cada aluno, ao final do projeto, caracterizando-os da seguinte forma: a) entre 0 e 30 – desempenho insatisfatório; b) entre 31 e 45 – desempenho razoável; c) entre 46 e 60 – desempenho satisfatório e d) entre 61 e 90 – desempenho ótimo. A Tabela 1 apresenta os resultados atingidos pelos bolsistas e os semestres em que cada um participou do projeto.

Antes de realizarmos a análise sobre os resultados, gostaríamos de fazer algumas observações sobre o andamento do projeto de extensão e a participação dos bolsistas. Não responderam ao teste inicial, por ingressarem no projeto apenas no ano de 2010, os bolsistas A, B, J, e K que ingressaram no projeto em abril e os bolsistas F e H que ingressaram no projeto em setembro e outubro, respectivamente. Os bolsistas F e H, que ingressaram recentemente ao projeto, solicitaram auxílio dos demais bolsistas, para responder ao teste. Ou seja, o questionário não reflete um conhecimento específico deles. Entretanto, este comportamento revelou a necessidade que os mesmos sentiram de responder bem ao projeto, demonstrando comprometimento e empenho.

Na Tabela 2 podemos comparar a notas do pré e pós-testes, sendo possível verificar os tópicos de maior ou menor compreensão apresentada pelos bolsistas. No Quadro 2, fazemos um breve comentário sobre tais tópicos.

Teste Diagnóstico de Conhecimentos em Astronomia - ADT

Apresentamos, a seguir, os resultados do questionário ADT e algumas reflexões sobre as respostas dadas pelos bolsistas ao questionário:

a) As questões 1), 2), 4), 7), 8), 13), 16), 17), 18), 19) e 20) receberam respostas corretas da maioria dos alunos. Estas questões estavam inseridas nos temas das palestras apresentadas pelos alunos. Além disso, a questão sobre o eclipse aparece respondida corretamente na questão 2), enquanto a energia solar é bem compreendida, como mostrado pelos resultados da questão 8). A não existência de um centro para o Universo também é corretamente respondida através da questão 16), bem como a classificação das estrelas, através da questão 17).

b) Com relação às questões 3), 9), 10), 11), 12) e 15) que possuem respostas diversas, certas e erradas, podemos comentar o que segue: *Questão 3)* Apesar de uma maquete, com escala aproximada à da questão, ter sido montada no início de 2009, apenas 3 alunos acertaram a questão; *Questão 9)* Confusão entre mais ao norte e mais ao sul; *Questão 10)* Não vêem o movimento aparente dos astros como resultado do movimento de rotação da Terra; *Questão 11)* As ilustrações sobre vãos influenciam fortemente metade dos bolsistas enquanto a outra metade identifica a trajetória como muito próxima à Terra; *Questão 12)* Apesar

de ter sido mencionado diversas vezes a relação de distâncias das estrelas e entre estrelas de uma constelação, pouquíssimos alunos vêem de fato esta distância; *Questão 15*) Não foi mencionado ao longo destes dois anos e, aparentemente, mesmo aqueles que cursaram disciplinas que utilizam deste conceito, não responderam corretamente.

c) Com relação às questões 5), 6) e 14), cujas respostas convergiram para respostas erradas, demonstrando a forte raiz de um conhecimento prévio, percebemos que os alunos-bolsistas: *Questão 5*) Não vêem relação entre ondas eletromagnéticas; *Questão 6*) Não vêem a nave como um objeto em constante queda; *Questão 14*) Os bolsistas enxergam a atmosfera como principal responsável pela gravidade na Terra.

Como resultado, evidenciamos 11 questões que foram respondidas corretamente (referidas a partir daqui como grupo 1), 6 questões (grupo 2) onde houve confusão por, pelo menos, metade dos bolsistas e apenas 3 questões (grupo 3) com uma convergência geral para uma resposta distinta. Atribuindo 1 ponto para as questões do grupo 1, 0.5 pontos para as questões do grupo 2 e 0 para as questões do grupo 3, verificamos a média da turma em 0.7 com média de 9,8 acertos. Cabe ressaltar que, em nenhum momento os alunos foram avisados que haveria alguma avaliação. Ainda, sobre as questões: 21) os alunos atribuem o aquecimento global à destruição da camada de ozônio e à adição do dióxido de carbono; e 22) os alunos não acreditam ter dado respostas confiáveis. Se comparados a outros resultados (Brogt, 2007), (Deming, 2002), (Danaia, 2008) e (LoPresto 2007) os bolsistas obtiveram resultados comparáveis ou superiores (entre 8.6 e 11.4) no pós-teste tendo sido próximas a 7.0 no pré-teste.

O ADT ainda foi aplicado a uma turma de 9 alunos de uma disciplina de fundamentos de astronomia, do curso de Licenciatura em Física da UFRGS. Dentre o primeiro grupo de questões, àquelas que foram bem respondidas pelos alunos do projeto “Astronomia para Todos”, encontramos forte semelhança com as respostas oferecidas pelos alunos da disciplina de fundamentos de astronomia, sendo que os alunos do projeto responderam melhor a duas questões (13 e 18), o que podem ter forte relação com as atividades de observação.

Dentre as respostas do grupo 2, onde os alunos do projeto apresentaram respostas diversas, destacamos àquelas onde o índice de acerto foi maior pelos alunos da disciplina de fundamentos de astronomia (3, 5 e 9). Nestas questões podemos verificar, inicialmente, uma dificuldade dos bolsistas do projeto, que mesmo desenvolvendo a maquete com escala muito parecida ao problema apresentado na questão 3), não acertaram a resposta. Na questão 9), identifica-se a confusão entre mais ao norte e mais ao sul. Já a questão 15) apresenta um problema essencialmente trabalhado na disciplina, inclusive através de cálculos que certamente proporciona uma maior facilidade na identificação correta da relação entre a distância e o decaimento da luminosidade.

Por fim, as questões 5), 6) e 14), respondidas de forma totalmente errada pelos bolsistas podem ser comparadas. Exceto a questão 6), sobre a relação entre gravidade e queda dos corpos, também respondida de forma errônea pelos alunos da disciplina, as questões 5) e 14) demonstraram um melhor desempenho dos alunos das disciplinas tradicionais. Inesperadamente, estas duas questões foram as de pior desempenho dos bolsistas e ainda buscamos a melhor explicação para um desempenho tão fraco em questões simples. Na questão 5), a causa pode ser não

visualizarem todo o espectro eletromagnético como “a mesma luz”, mesmo havendo seminários sobre telescópios que trabalham em infravermelho, rádio ou micro-ondas. Já, relacionado à questão 14), parece haver uma grande confusão entre pressão e gravidade e isto pode estar relacionado ao fato de planetas com menor gravidade apresentarem uma menor camada atmosférica. Os bolsistas parecem ter feito uma relação inversa do problema.

Comparando o número de acertos, os bolsistas do projeto apresentaram um desempenho médio de 9.8 acertos contra 12.1 acertos dos alunos da disciplina de fundamentos de astronomia. Cabe salientar aqui que este é um teste padrão onde não podemos mensurar o desenvolvimento de habilidades exercitadas pelos bolsistas do projeto como oratória, observação, identificação de objetos celestes, uso de mapas estelares etc.

Conclusões

Onze estudantes, dos curso de Licenciatura em Física e Engenharias, participaram como bolsistas do projeto. Com o intuito de avaliar a contribuição na formação destes estudantes aplicamos dois testes: i) Tópicos avançados em astronomia; ii) Teste Diagnóstico de Conhecimentos em Astronomia *Astronomy Diagnostic Test*, (ADTv2.0). Cinco dos onze bolsistas participaram do projeto desde o início, para estes o questionário foi apresentado no início de 2009 e ao final de 2010 configurando, assim, o procedimento metodológico de aplicação de pré e pós-testes. Além de analisarmos individualmente a evolução do conhecimento dos bolsistas verificamos a evolução do desempenho de uma forma mais geral, desenvolvendo uma avaliação quantitativa atribuindo notas para as respostas. Para os estudantes que realizaram o pré e pós-teste foi verificada evolução no desempenho, os bolsistas (identificados por letras) alcançaram, em pontos, os seguintes valores no pré e pós-teste, respectivamente: 3 e 54 (C), 15 e 47 (D), 44 e 58 (E), 62 e 66 (G), 26 e 58 (I). Os resultados dos pós-testes dos onze bolsistas foram comparados com aqueles obtidos por nove alunos que frequentaram uma disciplina de fundamentos de astronomia, do curso de Licenciatura em Física da UFRGS. No geral, ambos os grupos obtiveram desempenho semelhante. Entretanto, destacamos que nas questões em que uma experiência observacional auxiliava numa melhor interpretação e resolução da questão, os bolsistas do projeto alcançaram melhor desempenho, já os estudantes que frequentaram a disciplina tradicional obtiveram melhor desempenho nas questões que requeriam uma maior destreza em cálculos matemáticos. Considerando o exposto, o presente trabalho aponta para a viabilidade da utilização de um projeto de extensão, a exemplo do por nós desenvolvido, como complemento à educação formal desenvolvida tradicionalmente através de disciplinas da matriz curricular.

Referências

Ausubel, David P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.

Brogt, E.; Sabers, D.; Prather, E.P.; Deming, G.L.; Hufnagel, B.; Slater, F.T. Analysis of the Astronomy Diagnostic Test. *The Astronomy Education Review*, v.6, Issue 1, p. 25-42,2007.

Langhi, R.; Nardi, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.02, p.205-224, 2010.

Bretones, P. S.; Compiani, M. A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.02, p.173-188, 2010.

Danaia, L.; McKinnon, D.H. Common Alternative Astronomical Conceptions Encountered in Junior Secondary Science Classes: Why Is This So? *The Astronomy Education Review*, Issue 2, v. 6, p. 32-53, 2008.

Deming, G. Results from the Astronomy Diagnostic Test National Project. *Astronomy Education Review* 1, v. 1, p. 52-57, 2002

Ferreira, T.; Bonfá, M.; Librelon, R.; Jacobucci, D. ; Martins, S. Formação de monitores do Museu de Ciências da DICA: Preparo além da prática In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI, 2008, Curitiba. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/lista_trabalho.asp?sesld=36>. Acesso em 20 de julho de 2011.

LoPresto, M.C. Astronomy Diagnostic Test Results Reflect Course Goals and Show Room for Improvement. *The Astronomy Education Review*, Issue 2, v. 5, p. 16-20, 2007.

Moreira, M.A. Aprendizagem Significativa Crítica. Porto Alegre: Impressos Portão, 2005.

Broggt, E. (2007). Astronomy education: Becoming a hybrid researcher. *Journal of Research Practice*, 3(1), Article M2. Disponível em: <http://jrp.icaap.org/index.php/jrp/article/view/57/82> Acesso em 26 julho de 2011

Quadro 1: Questionário sobre Conhecimentos Específicos em Tópicos de Astronomia

| | |
|--|---|
| 1) Qual o raio da Terra? | 16) O que é um Buraco Negro? |
| 2) Qual da distância entre a Terra e a Lua? | 17) O que é o horizonte de eventos de um Buraco Negro? |
| 3) Qual a distância entre a Terra e o Sol? | 18) Ordene de forma crescente para o valor da gravidade na superfície: Terra, Lua, Sol, Anã Branca, Estrela de Nêutrons, Júpiter e Marte. |
| 4) Como podemos medir a massa da Terra, Lua e Sol? | 19) Quando ocorre um eclipse? |
| 5) Como podemos medir a distância entre eles? | 20) O que define a duração de um dia? |
| 6) Qual a idade do Universo? | 21) O que define a duração das estações do ano? |
| 7) Qual a idade do Sistema Solar? | 22) O que são e quais os tipos de galáxias? |
| 8) De que são compostos os anéis de Saturno? | 23) O que é a Via Láctea? |
| 9) Como classificamos os planetas do Sistema Solar? | 24) De onde veio o Universo? |
| 10) Cite o maior número possível de constelações que vocês conhece. | 25) Como vai acabar o Universo? |
| 11) Quais são os principais tipos de telescópios? Qual a diferença entre eles? | 26) De que é composto o Universo? |
| 12) Como classificamos os principais tipos de estrelas? | 27) Quantos planetas conhecemos além do nosso Sistema Solar? |
| 13) Como nascem as estrelas? | 28) Como encontramos exoplanetas? |
| 14) Como morrem as estrelas? | 29) Como mostrar que a Terra é redonda? |
| 15) Qual a diferença entre uma estrela e um planeta? | 30) Defina a nossa posição dentro do Sistema Solar, da nossa Galáxia e no Universo. |

Tabela 1: Resultado do Teste de Conhecimentos em Tópicos de Astronomia

| Bolsista | Pré-teste ^a | Pós-teste ^a | Semestre |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------|
| A | - | 27 | 3º e 4º |
| B | - | 31 | 3º e 4º |
| C | 3 | 54 | 1º, 2º, 3º e 4º |
| D | 15 | 47 | 1º, 2º, 3º e 4º |
| E | 44 | 68 | 1º, 2º, 3º e 4º |
| F | - | 63 | 4º |
| G | 62 | 66 | 1º, 2º, 3º e 4º |
| H | - | 58 | 4º |
| I | 26 | 58 | 1º, 2º, 3º e 4º |
| J | - | 65 | 3º e 4º |
| K | - | 64 | 3º e 4º |

^aPontuação máxima: 90

Tabela 2: Notas dos Pré e Pós-testes: número de bolsistas que alcançaram cada nota

| Notas das Respostas | Pré-Teste | | | | Pós-Teste | | | |
|---------------------|-----------|---|---|---|-----------|----|---|---|
| | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Questões | | | | | | | | |
| 1 | 4 | - | - | 1 | 10 | - | - | 1 |
| 2 | 1 | - | - | 4 | 6 | - | - | 5 |
| 3 | 2 | 1 | - | 2 | 8 | - | 1 | 2 |
| 4 | - | - | - | 5 | 1 | 2 | 5 | 3 |
| 5 | - | - | 2 | 3 | 1 | 1 | 5 | 4 |
| 6 | 1 | - | 2 | 2 | 9 | - | - | 2 |
| 7 | 2 | - | 1 | 2 | 9 | - | - | 2 |
| 8 | - | 2 | - | 3 | 0 | 6 | 5 | - |
| 9 | - | 1 | - | 4 | 1 | 8 | 2 | - |
| 10 | 3 | 1 | 1 | 0 | 10 | - | - | 1 |
| 11 | - | 2 | 2 | 1 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| 12 | - | 1 | 1 | 3 | 1 | 5 | 4 | 1 |
| 13 | 1 | - | - | 4 | 5 | 2 | 4 | - |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 6 | - |

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 2 | 2 | - | 1 | 1 | 6 | 3 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | - | 3 | 1 | 7 | 3 | - |
| 17 | - | - | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 6 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 19 | - | 2 | 3 | 0 | 0 | 8 | 3 | - |
| 20 | 4 | - | 0 | 1 | 8 | 3 | - | - |
| 21 | 1 | - | 3 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | - | - | 3 | 1 | 9 | 1 | - |
| 23 | 3 | 1 | 1 | 0 | 5 | 5 | - | 1 |
| 24 | 1 | - | 2 | 2 | 3 | 7 | 1 | - |
| 25 | - | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 |
| 26 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 5 | 3 | 2 |
| 27 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 7 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 29 | 0 | 3 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 5 |
| 30 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 9 | 1 | |

Quadro 2: Comentários sobre compreensões apresentados pelos bolsistas

| Questões | Comentários dos autores |
|----------|---|
| 1 | O raio da Terra mostrou ser um valor razoavelmente bem conhecido, seja pelo uso em disciplinas como Física 1 e 2, ou pelo próprio conhecimento do aluno. As respostas mais distantes do valor exato que, mesmo assim foram consideradas corretas foram "Aproximadamente 6.000km". |
| 2 | De todas as distâncias, a distância Terra-Lua parece ser a menos conhecida. |
| 3 | A distância Terra-Sol parece ser razoavelmente bem conhecida. |
| 4 | Nenhum bolsista era capaz de dizer como medir a massa da Terra, Sol e Lua antes do projeto. Após o projeto eles parecem ter uma certa noção de possibilidades, mas com respostas vagas como, por exemplo "Através da 3ª lei de Kepler". |
| 5 | O mesmo resultado da questão 4 aparece com relação às distâncias. Uma resposta típica foi "Através da paralaxe". |
| 6 | A idade do Universo parece ser muito bem conhecida após o projeto. |
| 7 | Obtivemos o mesmo resultado da questão 6. |
| 8 | Apesar dos bolsistas compreenderem algo sobre a composição dos anéis de Saturno, suas respostas carecem de detalhamento como, por exemplo, em "São compostos de poeira, gelo e rochas". |
| 9 | Novamente, as respostas, apesar de corretas, são pobres em descrição: "Rochosos e gasosos". |
| 10 | Todos os bolsistas parecem conhecer um número superior a 3 constelações. É interessante enfatizar que ainda descrevem as constelações como Zodiacais, Boreais e Austrais, além de identificá-las como regiões (dentre 88) definidas pela UAI. |

| | |
|----|--|
| 11 | Os alunos compreendem bem as diferenças entre telescópios refletores e refratores, mas suas respostas foram qualificadas como 2 por não apresentarem referências quanto a radiotelescópios ou sobre o tipo de montagem, mesmo que o projeto possua telescópios com montagem equatorial e dobsoniana. |
| 12 | Apesar das respostas conterem itens que servem para classificar as estrelas, os alunos não apresentaram uma descrição completa sobre a classificação estelar. |
| 13 | Novamente, apesar de compreenderem o processo de formação estelar, a falta de detalhamento nas respostas contribuiu para o desempenho inferior de alguns alunos. |
| 14 | O principal responsável para que os alunos não atingissem notas mais elevadas foi a confusão entre os possíveis estágios finais de evolução estelar. |
| 15 | Apesar de identificar as estrelas corretamente, as notas máximas apenas foram atribuídas àqueles que mencionaram as reações de fusão nuclear como gerador de energia estelar. |
| 16 | O buraco negro passa de um objeto desconhecido para “um objeto de onde nem a luz pode escapar”. |
| 17 | A descrição de um buraco negro é pobre e o horizonte de eventos é até mesmo chamado de “uma linha imaginária”. |
| 18 | Os objetos como Anã Branca e Estrela de Nêutrons não foram completamente compreendidos, além de erros pontuais na confusão entre os planetas. |
| 19 | O eclipse é um fenômeno razoavelmente bem compreendido, mas alguns alunos ainda mantêm descrições pobres. |
| 20 | Os fenômenos cotidianos, como a duração do dia, parecem melhor compreendidos. |
| 21 | Outro fenômeno bem compreendido corresponde às estações do ano. |
| 22 | Apesar de conhecer as galáxias, poucos mencionam a força gravitacional como a força que mantém sua estrutura. |
| 23 | A Via Láctea é bem conhecida como sendo a nossa galáxia. |
| 24 | A compreensão sobre a origem do Universo é uma grande evolução do grupo de bolsistas apesar de algumas respostas muito simples como “Do Big Bang”. |
| 25 | Alguns alunos compreendem a situação atual dos modelos cosmológicos e mencionam a evolução do Universo como “existem possibilidades” ou “uma das possibilidades”. |
| 26 | Apenas alguns alunos mencionam a matéria e energia escura, fornecendo inclusive suas quantidades, mas alguns alunos descrevem o Universo apenas com planetas, estrelas, poeira e meteoros. |
| 27 | Uma confusão foi feita devido à descoberta do planeta Gliese, citado por alguns bolsistas. |
| 28 | Apesar de descrições pobres, alguns alunos compreendem a dificuldade de encontrarmos planetas fora do sistema solar. |
| 29 | O uso de um eclipse ou de um barco que navega em direção ao horizonte foram as formas mais citadas. |
| 30 | Os bolsistas descrevem facilmente a Terra como sendo o terceiro planeta a contar do Sol, além de posicionarmos em um dos braços da Via Láctea, mas a localização no Universo não é encontrada. |