

ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM NÍVEL MÉDIO⁺*

Luiz Marcelo Darroz

Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo – RS

Flávia Maria Teixeira dos Santos

Departamento de Ensino e Currículo – UFRGS

Porto Alegre – RS

Resumo

Apresenta-se, no presente artigo, o processo de elaboração e desenvolvimento de uma proposta didática sobre conceitos básicos de Astronomia. Essa proposta, que buscou construir um caminho pedagógico para a ocorrência da aprendizagem significativa dos conceitos abordados, foi desenvolvida no âmbito de um curso de extensão a um grupo de treze estudantes concluintes do curso de formação de professores em nível médio de uma escola pública da cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Inicialmente desenvolveu-se a metodologia de ensino a partir das concepções da teoria da aprendizagem significativa. Os indícios da aprendizagem significativa foram obtidos por meio de instrumentos de pesquisa e avaliação, como mapas conceituais e representações dos conteúdos estudados, onde os estudantes transpuseram os assuntos abordados em novos contextos. Os resultados obtidos nos questionários de verificação da aprendizagem alcançaram um alto índice de acertos. Através dos registros dos encontros e das representações

⁺ Astronomy: a proposal to promote meaningful learning of basic concepts of Astronomy in

^{*} Recebido: julho de 2012.

Aceito: dezembro de 2012.

por desenhos dos conceitos, observou-se que os estudantes compreenderam genuinamente os assuntos abordados. Através dos mapas conceituais, os estudantes foram capazes de estabelecer uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integrativa dos conceitos. Assim, concluiu-se que uma metodologia que leve em consideração o que o estudante já sabe é fundamental para desenvolver nele o prazer pela ciência, a construção de significado e a valorização do que está sendo aprendido.

Palavras-chave: *Aprendizagem significativa. Astronomia. Ensino de física. Ensino de ciências na Educação Básica. Formação de professores.*

Abstract

One presents, in this article, the process of drawing up and developing a didactic proposal about basic concepts of Astronomy. This proposal, which sought to build an educational path for the occurrence of significant learning of the concepts covered, was developed under an extension course to a group of 13 students graduating from teacher training in High School of a public school in Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Initially one has developed the teaching methodology following from the Theory of Meaningful Learning Conceptions. The traces of meaningful learning have been obtained by means of instruments of research and evaluation, such as conceptual maps and role playing of the studied contents where the students transposed the approached subjects into new contexts. The obtained results from the learning questionnaires reached a high rate of hits. Through the registries of the meetings and the representations by drawings of the concepts, one has noticed that the students have genuinely understood the approached subjects. Through the conceptual maps the students were able to establish a progressive differentiation and an integrative reconciliation of the concepts. Thus, it was concluded that a methodology that takes into consideration what the student already knows it is essential to develop the joy of Science, the construction of meaning and appreciation of what is being learned.

Keywords: *Meaningful learning. Astronomy. Physics Teaching. Science Teaching in Basic Education. Shaping of teachers.*

I. Introdução

Atualmente, a Física tem um papel de destaque em nossa sociedade; ela é responsável por grande parte dos avanços tecnológicos presentes em nosso cotidiano. No entanto, falhas na compreensão de seus conceitos fundamentais são facilmente percebidas. A interpretação de questões políticas, econômicas e ambientais pelos indivíduos passa por uma compreensão do mundo físico no qual estão inseridos. Nesse contexto, faz-se necessária a busca de soluções para melhorar a alfabetização científica, mas nenhuma abordagem que se propõe a superar esse desafio estará completa, se não considerar as dificuldades enfrentadas pelos professores de Ciências do Ensino Fundamental ao trabalhar com o conteúdo em sala de aula (MARQUES; ARAUJO, 2010).

Ao se considerar que, nessa etapa de ensino, os estudantes têm, pela primeira vez, contato com o conhecimento científico sistematizado, é oportuno que compreendam os conceitos propostos e que essa aprendizagem tenha vínculo com o contexto em que vivem. Assim, é essencial que as séries iniciais forneçam respostas às inquietações dos estudantes, estimulando-os para estudos posteriores. Porém, isso só será alcançado se o professor dominar o conteúdo que ensina, e esse domínio depende da presença desse conteúdo na formação do professor (LANGHI; NARDI, 2005).

Em geral, os cursos de formação de professores em nível médio têm formado professores com diversas fragilidades conceituais em relação a conteúdos de Ciências, em especial a Física, trazendo graves consequências para o ensino. Acredita-se que essa deficiência ocorra por vários motivos, como um dos principais destaca-se a organização curricular dos cursos, que divide a carga horária em horas de formação geral, formação pedagógica e práticas curriculares. Parece ser necessário um melhor equilíbrio entre a carga horária destinada à formação específica e a destinada à formação geral. Também parece ser imprescindível que essa aprendizagem seja organizada estrategicamente, a fim de que não se formem lacunas conceituais durante a formação de professores.

No ensino de Física, de modo particular, uma abordagem mais conceitual oferece um suporte maior ao professor em formação na elaboração de suas aulas, bem como na sua futura prática docente. Acredita-se que o ensino dessa disciplina

na educação básica deve ter como foco a conexão entre os conceitos da disciplina e as questões relacionadas à vida cotidiana dos estudantes (Rosa, 2001). Em função disso, desenvolveu-se uma proposta didática que aborda conceitos básicos de Astronomia para estudantes concluintes do curso de formação de professores em nível de Ensino Médio.

Em relação à escolha do conteúdo de Física a ser discutido, optou-se por trabalhar conceitos básicos de Astronomia por se entender que o tema apresenta capacidade motivadora e é potencialmente capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diferentes áreas do conhecimento físico. Além disso, a proposta se apoia em um dos resultados alcançados por Moreira e Ostermann (1999a), cujo estudo foi desenvolvido em um ambiente de formação de professores em nível médio. Tal estudo destaca que se devem adicionar aos conceitos físicos relevantes para o ensino de Ciências nas séries iniciais tópicos de Astronomia, uma vez que esses conteúdos não são abordados no curso de formação de professores e precisarão ser desenvolvidos durante a atuação docente nas primeiras séries do Ensino Fundamental.

O presente trabalho tem como objetivo a apresentação de uma proposta didática que possa contribuir para sanar possíveis lacunas conceituais existentes na formação de professores em nível médio. Ademais, relata a experiência de sua aplicação com estudantes concluintes do curso de formação de professores em nível médio. Entende-se que a referida formação requer o conhecimento dos conteúdos nas diferentes áreas do saber e, também, o conhecimento pedagógico necessário ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

Para a implementação e avaliação da proposta, construída no âmbito de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, foi oferecido um curso de extensão, ministrado pelo primeiro autor deste trabalho, para um grupo de treze estudantes concluintes do Curso Normal de uma escola pública na cidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul.

Na seção seguinte, descreve-se resumidamente a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que fundamenta a proposta aqui relatada. Na sequência descreve-se a proposta didática para curso complementar de qualificação de estudantes concluintes do Curso Normal para o ensino conceitos básicos de Astronomia. Em seguida, na seção 3, relata-se a experiência de implementar o curso de extensão. Nas seções 4 e 5, apresentam-se os resultados obtidos durante a realização da proposta e algumas considerações finais, respectivamente.

II. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que fundamenta todas as atividades da proposta, prioriza a aprendizagem cognitiva. Nessa teoria, a aprendizagem significativa é o processo pelo qual o novo conhecimento é articulado a uma determinada estrutura cognitiva prévia, denominada *subsunçor*. Ausubel defende a ideia de que a nova informação se vincula a aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva e, nesse processo, modificam-se tanto a nova informação recém-adquirida como a estrutura preexistente (MOREIRA, 1999).

Nesse sentido, a estrutura cognitiva é entendida como o conjunto de conteúdos informacionais e a forma como estão organizados na mente de um indivíduo. Os subsunçores são conceitos ou ideias já existentes na estrutura cognitiva, capazes de serem “pontos de ancoragem”, onde as novas informações encontrarão um modo de integrar aquilo que as pessoas já conhecem.

A aprendizagem significativa contrasta, fundamentalmente, com a aprendizagem mecânica, na medida em que, na primeira, a nova informação interage com algum subsunçor existente na estrutura cognitiva. Na segunda, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com informações existentes na estrutura cognitiva, assim pouco ou nada contribui para a sua elaboração e diferenciação. Para Ausubel, porém, essas duas formas de aprendizagem se complementam na medida em que a segunda pode levar à primeira. Muitas vezes, um indivíduo pode aprender mecanicamente e só mais tarde percebe que esse aprendizado se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. Com o passar do tempo, esses conhecimentos ficam mais complexos e são capazes de servir de “âncora” para novos conhecimentos.

Existem algumas condições para que ocorra a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999). Inicialmente, é necessária a existência de conceitos subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz. O material a ser aprendido precisa ter estruturação lógica e ser relacionado com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não-arbitrária e não-literal, sendo considerado, dessa forma, potencialmente significativo. Também é necessário que o aprendiz apresente uma disposição para aprender significativamente, para tanto ele não pode ter a intenção de memorizar ou decorar o material. Quando uma dessas condições não for satisfeita, ocorrerá, segundo Ausubel, uma aprendizagem mecânica. Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que são materiais a serem propostos antes da utilização do material de aprendizagem, servindo de ponte entre o conhecimento prévio e os assuntos que se pretende ensinar.

Segundo Ausubel, indícios da ocorrência da aprendizagem significativos são obtidos quando o estudante consegue desenvolver e transferir os assuntos trabalhados a novas situações. O fato de o estudante conseguir definir conceitos,

dissertar sobre eles ou resolver problemas não é evidência conclusiva da ocorrência da aprendizagem significativa. Uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem a memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e memórias de resoluções de problemas ditos *típicos* (MOREIRA, 1999). A melhor maneira de evidenciar a compreensão significativa é formular questões e problemas de outra forma, isto é, abordar questões referentes ao que foi trabalhado de uma maneira não familiar aos estudantes, exigindo deles uma grande transformação do conhecimento adquirido.

A esse processo de aquisição e organização de novos conhecimentos na estrutura cognitiva de um estudante, Ausubel chamou de “teoria da assimilação”. Em tal teoria, uma nova informação potencialmente significativa é relacionada e assimilada a um conceito subsunçor preexistente na estrutura cognitiva do estudante. Como resultado dessa relação e assimilação, tem-se o produto interacional, isto é, o subsunçor modificado. Assim, a nova informação é subordinada aos conceitos subsunçores preexistentes.

A aprendizagem em que a nova informação, mais geral que os subsunçores preexistentes, é adquirida e assimilada pela estrutura cognitiva do estudante chama-se de *aprendizagem superordenada*. Quando os novos conceitos não estabelecem relação de subordinação ou de superordenação com um subsunçor específico, e sim com um conteúdo geral presente na estrutura cognitiva do estudante, a aprendizagem é conhecida como *aprendizagem combinatória*.

Ausubel evidencia, ainda, dois importantes processos que surgem durante a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A primeira ocorre quando se observa que o subsunçor modificou-se a partir da introdução de uma nova informação, que também se alterou e recebeu novo significado. A reconciliação integrativa, que ocorre na aprendizagem significativa superordenada ou na combinatória, acontece quando se estabelecem relações entre os conceitos já existentes na estrutura cognitiva, ou seja, quando há uma relação entre os subsunçores, que se organizam e adquirem novos significados.

Além das três aprendizagens significativas já citadas – subordinadas, superordenada e combinatória –, Ausubel ainda diferencia a aprendizagem em três categorias. A primeira, conhecida como *aprendizagem representacional*, é aquela em que o estudante consegue atribuir significados a determinados símbolos específicos. A segunda, denominada *aprendizagem de conceitos*, é mais genérica e abstrata: nela, os conceitos são representados por símbolos mais indeterminados, ou seja, representa regularidades. Já na terceira, chamada de *aprendizagem proposicional*, o objetivo é aprender o significado de ideias expressas verbalmente por meio de conceitos sob a forma de uma proposição (MOREIRA, 1999). É importan-

te salientar que esses tipos de aprendizagem são categorias da aprendizagem significativa e se complementam.

Tais categorias teóricas permitiram a elaboração da proposta descrita a seguir, na qual se levou em consideração a concepção de que a Astronomia é um assunto estimulador da curiosidade natural dos alunos, que já detêm diversas informações sobre os astros e seus movimentos (PACCA; SCARINCI, 2006). Considera-se que conceitos referentes à Astronomia já estão incorporados à estrutura cognitiva dos estudantes e se formam ao longo da sua vivência cotidiana, por meio das informações veiculadas pelos meios de comunicação e pela observação do mundo natural, em que fenômenos astronômicos como a ocorrência periódica dos dias e das noites, das estações do ano, das fases da Lua são facilmente observados.

III. Apresentação da proposta didática

A metodologia de pesquisa utilizada na realização da experimentação didática envolveu a elaboração de uma unidade didática para o tratamento de conceitos iniciais de Astronomia trabalhados nas séries iniciais.

Inicialmente, com o objetivo de obter dados preliminares e subsídios para a seleção dos assuntos a serem abordados durante o curso e na escolha da metodologia a ser utilizada, foram realizadas duas pesquisas. A primeira envolveu três instituições de Educação Básica da cidade de Passo Fundo, sendo duas privadas e uma pública. Nessa pesquisa, detectaram-se, nos planos de estudos das escolas, os assuntos de Astronomia trabalhados nos anos iniciais do Ensino Fundamental, além dos respectivos anos em que são abordados. A segunda, realizada com os planos de estudo da escola onde a proposta foi aplicada, objetivou averiguar quais conteúdos de Física são estudados durante o curso de formação de professores na modalidade Normal. Retomou-se, também, a carga horária disponível para a disciplina, bem como os semestres em que ela ocorre e os conteúdos que abrange.

Fez-se necessário, também, conhecer melhor o público alvo. Nesse sentido, elaborou-se um diagnóstico, que foi aplicado a 43 estudantes do sétimo semestre do Curso Normal da Escola de Aplicação da proposta. O instrumento teve como objetivo verificar se o tema “Astronomia” seria considerado apropriado para o curso e perceber se despertava interesse nos estudantes.

Ao analisar os planos de estudos dos primeiros anos do Ensino Fundamental, constatou-se que temas de Astronomia são trabalhados nas disciplinas de Ciências e de Geografia. Os estudos são iniciados na disciplina de Ciências no terceiro ano. O aprofundamento maior é dado no quinto ano, quando se aborda uma gama maior de assuntos referente à Astronomia, entre os quais tem destaque a

discussão da definição de Universo e de Sistema Solar. Também os planetas do Sistema Solar são alvos de estudos com suas formas e características físicas; o planeta Terra é muito evidenciado, devido à abordagem dos movimentos de rotação e translação terrestres, das estações do ano e de seu satélite natural. Na disciplina de Geografia, os temas são específicos e restritos ao planeta Terra: forma, movimentos, atmosfera, oceanos, continentes e o sistema de Coordenadas Geográficas.

A análise das informações sobre o currículo do curso de formação de professores em nível médio indicou que a disciplina de Física é componente curricular que faz parte da área de formação geral. O grupo de estudantes que respondeu ao diagnóstico faz parte da matriz curricular em vigor na escola em 2008, que contava com 128 horas ao estudo de Física, mas essa matriz foi substituída por uma nova, que conta com 96 horas. Por esse motivo, enfatizou-se a pesquisa na matriz curricular em que a Física é oferecida durante os quatro primeiros semestres do curso, com duas horas-aula semanais. A disciplina, ministrada por professores graduados em matemática com habilitação em Física, destina-se ao estudo da Mecânica (cinemática e dinâmica), nos dois primeiros semestres, e ao estudo da Termologia, Óptica e ondas nos outros dois semestres. Em nenhum dos semestres há espaço destinado ao estudo de temas de Astronomia.

Como não foram encontrados assuntos relacionados com Astronomia no conjunto de conteúdos da disciplina de Física, realizou-se um mapeamento dos conteúdos da disciplina de Metodologia das Ciências, que possui carga horária de 80 horas e tem como objetivo principal demonstrar aos estudantes metodologias e estratégias apropriadas para o ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Embora contemple uma razoável quantidade de conteúdos, a Astronomia também não é abordada nessa disciplina.

Com base nos dados obtidos, concluiu-se que o tema Astronomia está presente nos currículos das séries iniciais, mas não é abordado durante a formação de professores em nível médio, por isso poderia ser considerado um tópico motivador. Nesse sentido, tendo como objetivo complementar a formação dos futuros professores, optou-se pelo formato “Curso de Extensão” para o desenvolvimento da proposta. Decidiu-se que, no curso, além das explicações do professor dadas em sala de aula, haveria um texto de apoio em que estaria disponibilizado todo o conteúdo das aulas.

Os assuntos dispostos no texto de apoio foram estabelecidos a partir dos dados levantados durante as duas pesquisas realizadas e citadas anteriormente. Os temas selecionados e dispostos no referido texto de apoio são: as distâncias no espaço sideral; a origem do Universo; as galáxias; formação e evolução estelar;

constelações; o Sol; o Sistema Solar, o planeta Terra; os movimentos da Terra; a Lua; as fases da Lua; e, os eclipses. Optou-se por essa ordem, pois se entende que, para o futuro professor ser capaz de trabalhar os conceitos referentes à Astronomia de forma interdisciplinar, é necessário que ele perceba a pequenez humana diante do Universo e de tudo o que existe nele. Também se acredita que, ao conhecer as ideias principais sobre o Universo, fica mais fácil o entendimento do que ocorre com o nosso planeta.

Na elaboração dos textos que compõem o material de apoio, privilegiaram-se os aspectos qualitativos e a ênfase conceitual dos assuntos. Procurou-se abordá-los de forma simples, clara e com uma linguagem acessível aos estudantes, para que as novas informações fossem facilmente relacionadas aos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Além disso, decidiu-se pela utilização de alguns instrumentos que servissem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber (MOREIRA, 1999). Eles foram selecionados de acordo com os assuntos abordados e, na próxima seção, serão descritos e será apresentada sua aplicação. Decidiu-se, ainda, que, em cada encontro, seriam aplicados dois instrumentos avaliativos, um no início e outro no final. O objetivo do primeiro foi evidenciar o que o estudante já sabia sobre o assunto que seria trabalhado, o segundo tinha a pretensão de verificar a ocorrência da aprendizagem significativa.

Em resumo, a estrutura dos encontros baseou-se nas ideias básicas da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: os encontros iniciavam constatando o que o estudante já sabia; em seguida, utilizava-se um organizador prévio para fazer a ponte entre o saber prévio e a nova informação; trabalhava-se, através de um texto de apoio; e, por fim, verificava-se a ocorrência da aprendizagem significativa.

IV. Aplicação da proposta

O desenvolvimento da proposta de trabalho ocorreu em oito encontros. Os assuntos discutidos em cada um deles estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1 – Assuntos discutidos em cada encontro do curso *Astronomia: conceitos iniciais*.

Encontros	Assuntos discutidos
-----------	---------------------

Encontro 1	Distâncias no espaço sideral. A origem do Universo. Galáxias.
Encontro 2	Formação e evolução estelar.
Encontro 3	Constelações.
Encontro 4	Sol: a estrela do Sistema Solar.
Encontro 5	O Sistema Solar.
Encontro 6	O planeta Terra.
Encontro 7	A Lua – o nosso satélite. As fases da Lua e os eclipses lunares e solares.
Encontro 8	Avaliação do curso.

Os conceitos de Universo e de Galáxias foram os temas do primeiro encontro. Nessa oportunidade, além de discutir a hipótese científica do surgimento do Universo e as características das galáxias existentes, houve o desafio de atender às expectativas dos estudantes com o curso e mantê-los motivados. Para isso, inicialmente, discutiu-se o significado físico das unidades de medida ano-luz e unidade astronômica, uma vez que essas unidades de distância são utilizadas no estudo da Astronomia. Também foi apresentada a “Teoria do Big Bang” como a teoria científica que explica a origem do Universo. Após a compreensão desses conceitos, foram identificadas as diferentes formas e o grande número de galáxias presentes no Universo; caracterizou-se a Via Láctea e o Grupo Local de galáxias.

No início do encontro, procurando identificar o que os estudantes já sabiam sobre o assunto, fez-se uso de um questionário para levantamento de informações, com cinco questões abertas sobre os assuntos que seriam trabalhados. Buscou-se saber qual a concepção dos estudantes sobre Universo e Galáxias e, também, que explicações davam para a origem do Universo, pois, com isso, os sub-sunçores existentes nas estruturas cognitivas dos sujeitos seriam identificados.

Para estabelecer a “ponte” entre os conhecimentos prévios manifestados pelos estudantes e as novas informações, utilizou-se um documentário em vídeo denominado O Universo – Além do Big Bang. Esse documentário apresenta, em 90 minutos, a história das descobertas da ciência sobre corpos celestes. Ele inicia com a apresentação das concepções de Aristóteles e Ptolomeu, para, mais tarde, discutir as contribuições de Copérnico, Kepler, Galileu, Newton e, finalmente, chegar à Física de Einstein. O documentário está disponível na *internet* em <<http://youtube.com/?gl=1>>, dividido em nove partes de dez minutos. Usaram-se apenas as partes um e seis, pois, na primeira, disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=FtBTJ20b1QM>>, encontra-se a ideia de que o Big Bang, ocorrido há 13,7 bilhões, é o responsável pela origem do Universo, e essa parte do documentário também apresenta noções dos conceitos de Galáxias e

de Universo. De maneira complementar, a parte seis, disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=dfAzfEE9NNs>>, apresenta com maiores detalhes a “Teoria do Big Bang”, evidenciando as descobertas de Hubble.

Na sequência, foi explicado como são expressas as unidades de medidas de distâncias no espaço sideral. Através do debate, procurou-se enfatizar o significado físico dessas distâncias. Para reforçar o que foi trabalhado, disponibilizou-se aos estudantes uma lista de exercícios sobre o tema e passou-se ao debate sobre a origem do Universo, galáxias que formam o Universo, suas formas e a nomenclatura de algumas delas. Para ilustrar os conceitos abordados, apresentaram-se, em *slides* do *PowerPoint*, imagens de algumas formas de galáxias. Ao final do encontro, solicitou-se aos estudantes que respondessem novamente ao questionário de levantamento de informações.

No segundo encontro, priorizou-se a temática da formação e a evolução estelar, a fim de que os estudantes compreendessem as estrelas como astros que não são perpétuos como parecem, isto é, se formam no interior de uma nebulosa, passam por diferentes fases evolutivas e, no final de seu processo evolutivo, transformam-se em um corpo compacto. Para o início da atividade, os estudantes assistiram ao documentário *Via Láctea: o nascimento e a morte das estrelas*. Tal documentário, disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=w04w7JRCKME>>, serviu de “ponte” entre o que os estudantes já sabiam e o assunto estudado.

Enquanto os estudantes assistiam ao documentário, foi solicitado que cada um registrasse em uma folha de ofício suas dúvidas, indagações, curiosidades ou considerações sobre o assunto. Com essa atividade, pode-se identificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Na análise desses registros, encontraram-se afirmações como “... as estrelas grandes vivem menos, já as médias, como o Sol, têm vida maior” (aluno 1); “... a partir da explosão de estrelas, podem surgir os buracos negros” (aluno 2) e “... em nuvens de hidrogênio luminoso, nascem as estrelas” (aluno 3). Isso demonstra a existência de subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes. No entanto, outras afirmações como “... as pequenas apagam” (aluno 4); e “Círius é a estrela mais brilhante do universo” (aluno 5) evidenciam que muitos dos conhecimentos prévios existentes são pouco estruturados e possuem alguns erros conceituais. Também se constatou, nesses registros, um grande número de indagações: “Por que as estrelas morrem jovens?” (aluno 6); “Por que as estrelas têm cores diferentes?” (aluno 6); “O que é um buraco negro?” (aluno 7); “Como nasce uma estrela?” (aluno 8); “Como morre uma estrela?” (aluno 9); “O centro da Via Láctea é o Sol?” (aluno 10) e “Após a estrela queimar os gases, ela subitamente explode. Por que somente os gases hélio e hidrogênio?” (aluno 5) – que demonstram a curiosidade provocada nos estudantes por esse tema.

Na sequência do encontro, foi explicado como surgem as estrelas, como são classificadas segundo suas características físicas, os fenômenos que ocorrem durante o período de sequência principal e como se dá o seu fim. Para nortear a discussão, tomaram-se como ponto de partida os registros coletados na atividade anterior e uma apresentação em *PowerPoint* com imagens e pequenos comentários. Acredita-se que, dessa forma, os conceitos abordados ficam mais claros e concretos, podendo ser incorporados mais facilmente à estrutura cognitiva dos estudantes.

Para finalizar esse encontro, procurou-se constatar a ocorrência da aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o conteúdo apreendido está claro, preciso, e pode ser transferido pelos estudantes a situações novas, diferentes daquelas que foram usadas para o seu ensino (MOREIRA; OSTERMANN, 1999b). Nesse sentido, ao término da discussão da evolução estelar, solicitou-se aos estudantes que, em grupos, constituíssem mapas conceituais do conteúdo trabalhado. A opção pela utilização de mapas conceituais nessa atividade se deve porque, segundo Moreira (2006), eles são bons instrumentos de avaliação, uma vez que exigem dos estudantes uma postura diferente daquelas utilizadas em outros instrumentos avaliativos. A Fig. 1 mostra o mapa conceitual construído por um dos grupos.

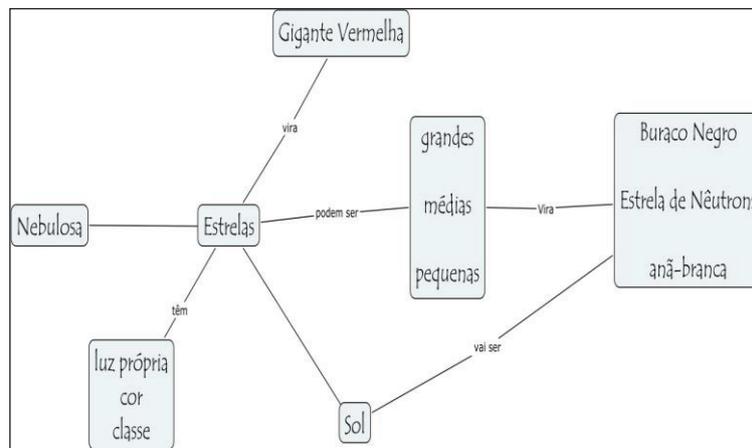


Fig. 1 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 3.

Após a discussão nos grupos e construção dos mapas, os estudantes apresentaram seu trabalho para toda a turma e, a partir das discussões, reconstruíram os mapas.

O terceiro encontro destinou-se ao estudo das constelações. Com as atividades propostas, os alunos foram levados a compreender o que é uma constelação e identificá-las de acordo com sua posição relativa às principais referências da esfera celeste. Além disso, discutiu-se a denominação dada às constelações ao longo do tempo que continuam a ser utilizadas até nossos dias. Nesse encontro, assim como nos demais, priorizou-se a compreensão significativa, ou seja, que os conceitos que envolvem constelações fossem ancorados a subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, a fim de que ocorresse um processo de interação. No intuito de tornar o conteúdo ainda mais próximo da realidade, dois computadores e dois projetores foram usados de modo que a imagem fornecida pelo *software* Stellarium se formasse em um anteparo com forma de arco, lembrando a esfera celeste (Fig. 2).

Inicialmente, apresentou-se aos estudantes o *software*. Para isso, usou-se um guia de utilização previamente elaborado. Na sequência, solicitou-se que eles se dividissem em grupos de três componentes e que um grupo por vez simulasse, através da projeção fornecida pelo *software*, o céu noturno da cidade de Passo Fundo, em diferentes épocas do ano. Buscou-se, com essa atividade, a verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e a identificação dos possíveis subsunçores existentes em suas estruturas cognitivas.



Fig. 2 – Foto da atividade de projeção das constelações.

Para a identificação dos conhecimentos prévios, foi pedido aos estudantes que, durante a simulação, registrassem suas considerações ou seus comentários e os entregassem ao final da atividade. Isso serviria de ponte entre os conhecimentos prévios dos estudantes e o assunto que seria discutido ao longo do encontro.

Durante a análise dos registros, alguns trechos chamaram a atenção. Trechos como: "... assim como na realidade, existem milhares de estrelas no céu. No entanto, alguns pontos luminosos não são planetas que refletem a luz do Sol." (aluno 5); "... é lindo visualizar este imenso conjunto de estrelas que formam as constelações!" (aluno 4) e "Durante o verão, o anoitecer ocorre mais tarde, no inverno é o contrário..." (aluno 10), que demonstram a presença de conhecimentos prévios e subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes.

A partir dessa atividade, iniciou-se a discussão do conceito de constelação. Para tal, novamente se fez a projeção do céu noturno da cidade de Passo Fundo, obtida através do *software*. Essa simulação serviu para enfatizar o fato de que cada estrela que aparece no céu faz parte de um agrupamento aparente de estrelas, denominado *constelação*. Com o uso de um dos recursos do *software*, os estudantes viram as imagens que os povos da antiguidade visualizavam quando olhavam para o céu e uniam as estrelas com linhas imaginárias.

No encerramento do encontro, os estudantes foram convidados a retornar aos grupos iniciais e efetuar novas simulações. Durante a atividade, cada um deles deveria escrever uma pequena memória do encontro. Os registros foram uma forma de obter indícios da aprendizagem significativa, pois, segundo Ausubel, a única maneira de avaliar, em certas situações, se os alunos, realmente, compreenderam significativamente as ideias trabalhadas (MOREIRA; OSTERMANN, 1999b), é fazendo-os verbalizá-las.

Depois de três encontros sequenciais, nos quais se apresentaram e se debateram os conceitos referentes à constituição do Universo, à compreensão das galáxias, à formação e à evolução estelar e às constelações pertencentes à esfera celeste, o quarto encontro foi dedicado ao estudo do Sol. O principal objetivo foi proporcionar aos estudantes situações que os levassem à compreensão significativa da constituição do maior astro do nosso sistema, suas características físicas, os principais fenômenos que ocorrem em sua superfície e sua importância para a vida na Terra.

O quarto encontro foi iniciado requerendo que cada estudante respondesse a um questionário inicial composto por questões abertas sobre o Sol, com o qual se procurava desvelar a estrutura cognitiva preexistente. Para fazer a ligação entre os conhecimentos prévios dos estudantes e os assuntos relacionados com a estrela Sol, utilizou-se o documentário *El Universo 2: Los Secretos Del Sol*, disponível em

<<http://www.youtube.com/watch?v=xMmnWmzpl6Y>>. Esse material levou os estudantes ao desenvolvimento de conceitos que facilitaram a aprendizagem subsequente.

Na sequência, fazendo uso de imagens do Sol projetadas através de *PowerPoint*, as características físicas dele foram discutidas, encarando-o como uma estrela comum, composta de gás incandescente e responsável pela vida na Terra. Também se abordou a sua constituição, os principais fenômenos que ocorrem em sua superfície e a hipótese de seu fim. Com a utilização desses materiais, procurou-se criar um ambiente adequado para que os estudantes elaborassem seus esquemas mentais em um processo de assimilação, de forma a favorecer uma interpretação correta do que é o Sol. Como instrumento de verificação de indícios da aprendizagem significativa, foram feitas questões abertas sobre o Sol.

O quinto encontro centrou-se nas principais características do Sistema Solar, com a finalidade de que os estudantes compreendessem significativamente esse sistema, que se constitui do Sol, o astro dominante, dos oito planetas com suas luas e seus anéis, além dos planetas anões, asteroides e cometas. Evidenciou-se a localização do sistema na Via Láctea e se discutiu sobre as três leis estabelecidas pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) para o movimento de translação dos planetas em torno do Sol.

O encontro iniciou com a projeção em um anteparo de imagens dos corpos celestes pertencentes ao Sistema Solar. Projetaram-se imagens do Sol, dos planetas, de alguns satélites, além de cometas e asteroides. Durante a visualização dessas imagens, os estudantes foram motivados a comentar oralmente o que viam, a fim de que, em um ambiente tranquilo, expressassem espontaneamente seus conhecimentos prévios e, assim, foi possível identificar os subsunçores que serviram de âncora para a compreensão pretendida. Com essa atividade, foi possível realizar a conexão entre os conhecimentos iniciais manifestados pelos estudantes e o assunto estudado, pois as imagens projetadas contemplavam detalhes dos corpos celestes, as quais preenchiam a lacuna entre o que já sabiam e o que deveriam saber.

Após a discussão dos assuntos referentes aos corpos que compõem o Sistema Solar, foi proposta uma atividade lúdica. Sugeriu-se a construção de uma maquete do Sistema. Essa atividade, que seguiu um roteiro pré-elaborado com uma relação proporcional entre os tamanhos dos planetas e a distância entre eles, teve como objetivo alcançar a aprendizagem significativa representacional. Como atividade final, solicitou-se que cada estudante escrevesse um pequeno comentário sobre os assuntos abordados.

A partir da verificação dos conceitos de Astronomia que fazem parte dos currículos das primeiras séries do Ensino Fundamental, constatou-se que durante essa etapa de escolarização é dada grande ênfase aos assuntos relacionados ao planeta Terra. Assim, as atividades do sexto encontro voltaram-se à compreensão significativa da origem e evolução do nosso planeta, sua forma, seu tamanho, sua constituição e, principalmente, os movimentos de rotação e translação executados pela Terra. Como esses conteúdos devem ser trabalhados adequadamente nas futuras atuações profissionais dos estudantes, o que pode ser conseguido por uma transposição didática e metodologia de ensino apropriada (LANGHI; NARDI, 2005), organizou-se a construção de um material didático.

Foi sugerido que os estudantes confeccionassem um objeto de ensino que apresentasse os movimentos de rotação e translação terrestre. Nesse momento, em que todos estavam envolvidos na atividade de construção, procurou-se estabelecer um diálogo com cada um dos estudantes para verificar os conhecimentos que eles já possuíam sobre o planeta Terra e seus movimentos. Tais conhecimentos evidenciaram-se em afirmações do tipo “... a Terra não é uma esfera perfeita como esta” (aluno 11) ou “... as estações do ano dependem da inclinação da Terra.” (aluno 3). No entanto, afirmações como “... é estranho pensar que é a Terra que se move ao redor do Sol...” (aluno 12) demonstram que eles não conseguem conectar as informações recebidas nos bancos escolares com as outras que vivenciam no mundo real à sua volta (PACCA; SCARINCI, 2006).

Após a construção do material, solicitou-se que simulassem os movimentos de rotação e translação da Terra. Com essa atividade, os conhecimentos prévios foram ligados aos conceitos desenvolvidos durante o encontro. Ao seu término, cada estudante expressou, através de um desenho, os movimentos de rotação e translação da Terra. Optou-se pela representação dos conceitos estudados em forma de desenhos, pois os estudantes precisariam transpor sua interpretação dos conceitos em um contexto diferente daquele utilizado no encontro.

A Lua, o único satélite natural da Terra, foi o assunto do sétimo encontro, cujo objetivo foi a compreensão das hipóteses científicas que procuram explicar o surgimento desse astro, seus aspectos físicos e os fenômenos que nele ocorrem. Oportunizou-se aos estudantes o conhecimento científico sobre a origem da Lua, além de reconhecer as principais formas do relevo lunar, suas dimensões, atmosfera e distância que o astro se encontra da Terra. Para fazer a ligação entre o que os estudantes já sabiam e os temas abordados no encontro, foi utilizado o documentário *O Universo: a Lua*, disponível no *site* <http://www.youtube.com/watch?v=s_dFjVGTXeE>.

Ao término dessa atividade, os estudantes foram motivados a comentar oralmente o que haviam assistido; solicitou-se, também, que esses comentários fossem registrados e entregues. Durante a análise dos registros, verificou-se que a Lua desperta muita curiosidade nos estudantes, e que eles possuem vários conhecimentos sobre ela, fatos comprovados nas afirmações “... na Lua, existem muitas crateras que se formam pelos choques com outros corpos celestes...” (aluno 5), “... os astronautas usavam macacões que continham oxigênio, pois, na Lua, não tem atmosfera...” (aluno 12) e “... vi num programa de televisão que a distância entre a Lua e Terra é mais ou menos 380 mil quilômetros” (aluno 13).

A partir disso, foram explicados os movimentos executados pela Lua e os fenômenos relacionados às fases lunares – que, muitas vezes, são interpretadas como sendo eclipses lunares semanais –, da formação de eclipses e do surgimento das forças de marés. Para esclarecer ainda mais o fenômeno das fases da Lua, colocou-se no centro da sala uma bola de isopor pendurada a aproximadamente dois metros de altura para representar a Lua. Com um projetor de luz, representando o Sol, iluminou-se essa bola em uma de suas faces. Todos os estudantes circularam ao redor da bola, sempre olhando para ela. À medida que mudavam de posição, enxergavam a Lua iluminada por um ângulo diferente, o que estabeleceu relações com as fases da Lua. Como última atividade, solicitou-se que os estudantes respondessem a algumas questões sobre a Lua e os fenômenos que ocorrem com ela.

O último encontro foi destinado à avaliação do curso e à realização de uma pequena confraternização entre os participantes da experimentação didática. Nesse momento, optou-se por avaliar o curso, pois, no transcorrer da aplicação da proposta, várias estratégias de verificação foram utilizadas para constatar a aprendizagem dos estudantes. Solicitou-se que cada um deles respondesse individualmente a sete questões abertas. Através da aplicação desse questionário, investigou-se a opinião dos estudantes quanto à metodologia aplicada e ao material institucional disponibilizado. Solicitou-se que opinassem sobre a validade da proposta, a importância dessa experiência para a sua formação profissional e sugestões para aperfeiçoamento do curso. Isso deveria ser registrado na última questão, a fim de servir como âncora para melhorias e futuras implementações.

V. Alguns resultados obtidos

De acordo com o referencial teórico deste trabalho, no processo de assimilação, os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva dos estudantes se modificam, pois adquirem novos significados e ocorre uma alteração constante dos conceitos subsunçores, proporcionando a diferenciação progressiva. Ao se diferen-

ciarem, eles permitem a exploração das relações entre ideias estudadas, apontando similaridades e diferenças significativas, promovendo a reconciliação entre os conceitos prévios e os novos conhecimentos. Nesse sentido, como forma de constatar se os estudantes atingiram uma aprendizagem significativa em relação aos conceitos de Astronomia abordados, foram utilizadas várias atividades avaliativas durante os encontros. A análise dessas atividades, deste ponto em diante, será apresentada e os resultados obtidos serão discutidos.

No questionário aplicado no início e no término do primeiro encontro, constatou-se que houve um significativo aumento nos acertos das respostas dadas pelos participantes no segundo questionário em relação ao primeiro. O conceito de ano-luz passou a ser considerado por 95 % dos estudantes como a distância percorrida pela luz em um ano com velocidade constante. Universo e Galáxias foram conceituados corretamente por todos os participantes, embora poucos deles, 20 %, tenham conseguido nomear as diferentes galáxias existentes no Universo. A “Teoria do Big Bang” foi compreendida por todos os estudantes participantes da proposta como a teoria aceita atualmente para a explicação do surgimento do Universo.

Os mapas conceituais aplicados no segundo encontro “devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento” (MOREIRA, 2006, p. 10). Assim, utilizar mapas conceituais para avaliar a aprendizagem de um conteúdo ou tema desenvolvido durante um processo de ensino significa obter informações sobre como o estudante interpreta um dado conjunto de conceitos, ou seja, essa ferramenta permite identificar como o conteúdo está organizado na estrutura cognitiva do estudante.

Nessa perspectiva, compararam-se as versões iniciais e finais dos mapas construídos no segundo encontro. Percebeu-se que houve uma real melhora entre as versões, fato que se atribui à apresentação dos mapas pelos seus respectivos autores ao grande grupo. Essa apresentação foi um momento importante do encontro por propiciar, durante a explanação ao coletivo, sugestões de alterações dos mapas propostas pelos colegas. Ao comparar os mapas iniciais e finais, observou-se que, nos mapas finais, os conceitos mais gerais e inclusivos apareceram em destaque: em dois deles, o conceito “estrela” está na parte superior do mapa, no outro ele aparece no centro (Fig. 3, 4 e 5). Isso demonstra que os estudantes foram capazes de realizar a diferenciação conceitual progressiva. Notou-se, também, que, pela forma como os outros conceitos foram dispostos nos mapas e pela maneira que estavam conectados, os estudantes foram capazes de estabelecer uma hierar-

quização conceitual eficiente quanto às relações de subordinação entre os conceitos e proporcionaram a reconciliação integrativa entre eles. Essa reconciliação é verificada nos mapas finais de dois dos grupos, nos quais os estudantes conseguiram explorar as relações de subordinação e superordenação dos conceitos através de ligações que subiam e desciam entre as hierarquias conceituais. Dessa forma, teve-se uma visão integrada de como eles hierarquizaram, organizaram e estabeleceram as relações de subordinação dos assuntos abordados nos materiais instrucionais disponibilizados em suas estruturas cognitivas.

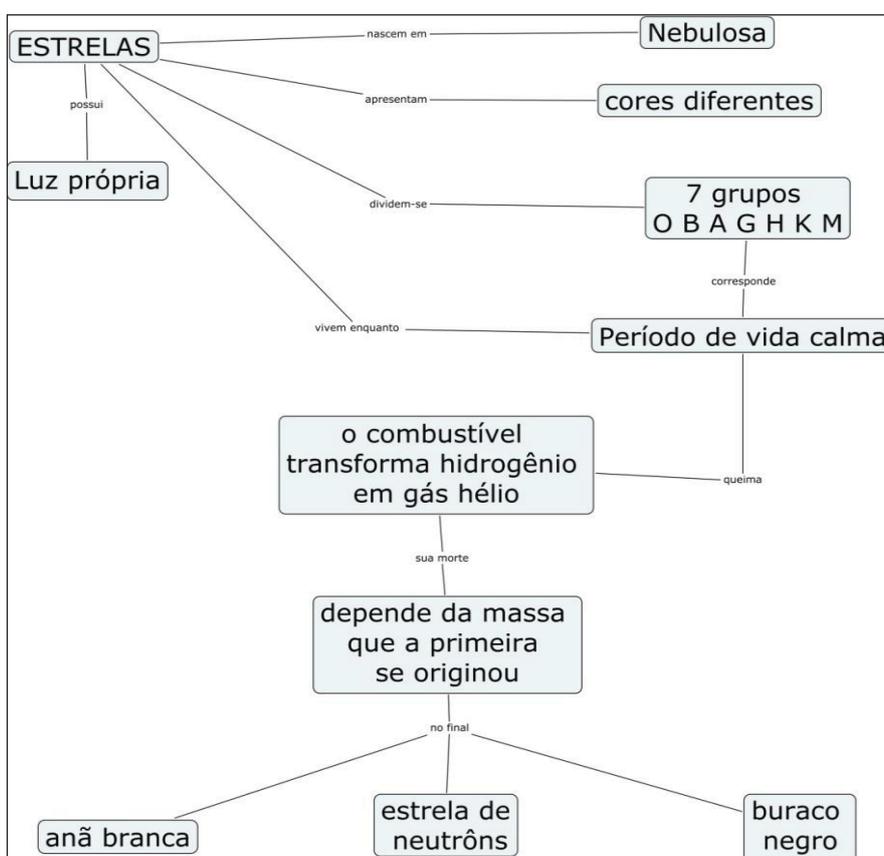


Fig. 3 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 1.

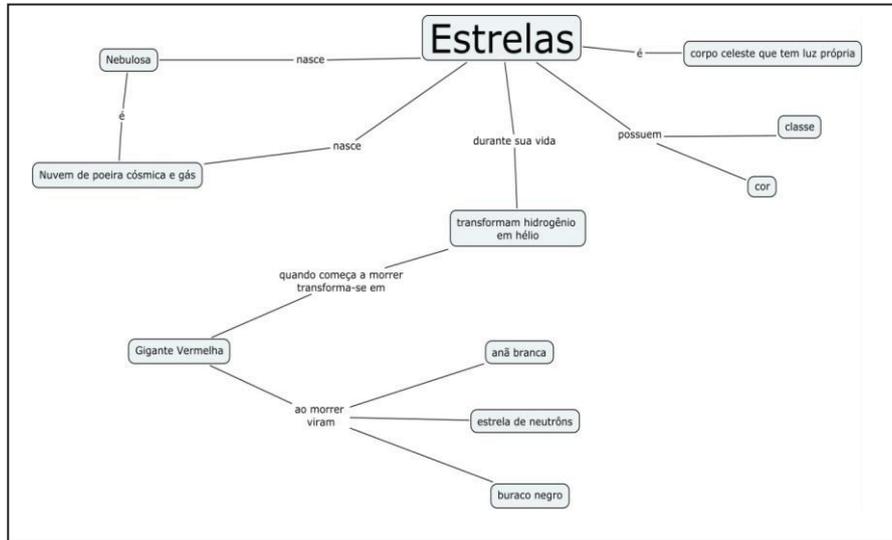


Fig. 4 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 2.

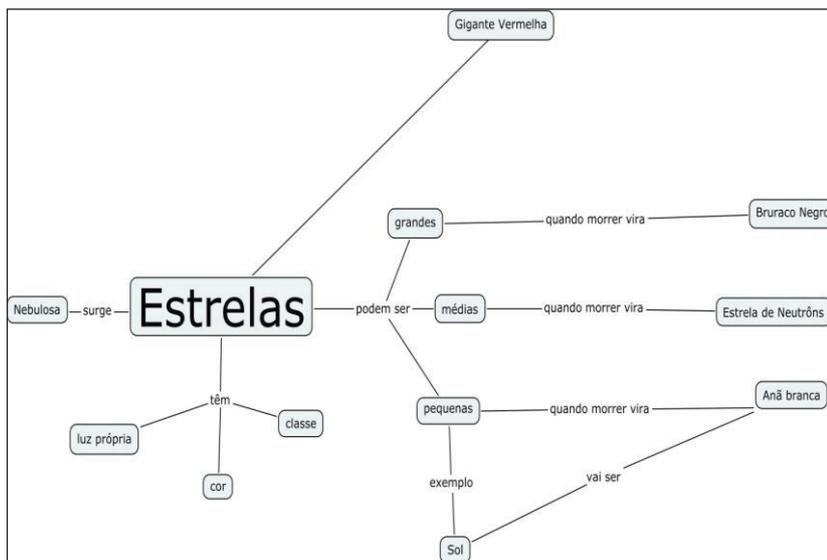


Fig. 5 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 3.

Na busca por indícios da ocorrência da aprendizagem significativa, optou-se por solicitar aos estudantes que efetuassem pequenas memórias do terceiro encontro. Nesse sentido, ao analisar tais memórias, encontram-se alguns trechos que sugerem a aprendizagem objetivada no encontro. Trechos como, "... a distância entre as estrelas é imensa, embora elas pareçam estar próximas. Na verdade, elas somente parecem estar próximas uma das outras devido ao ângulo em que as enxergamos..." (aluno 3), "... a esfera celeste foi dividida em regiões, as estrelas que estão dentro dessas regiões compõem as constelações. Hoje já são mais de 88 constelações conhecidas." (aluno 7), "... nem todas as estrelas que vimos estão lá. Algumas delas já morreram." (aluno 4), "... e também como estudamos no encontro da semana passada, existem estrelas brancas, amarelas, laranja e algumas já são gigantes vermelhas." (aluno 1) e "constelação é um conjunto de estrelas que parecem estar próximas uma das outras, mas a distância entre elas pode chegar de 2 a 4 mil anos-luz." (aluno 4) demonstram que os estudantes conseguiram identificar, nas diversas atividades desenvolvidas, os principais conceitos abordados. Outros comentários como "... em outubro começa o horário de verão e o dia dura mais, mas não é só por isso que o dia é mais longo, no verão anoitece mais tarde devido ao movimento de translação da Terra." (aluno 11); "Se, naquela época, a criatividade brindava-os com figuras, principalmente de animais e objetos, agora, pela vida moderna, identificamos com bastante facilidade utensílios do nosso cotidiano, tais como cadeira de dentista, asa-delta, cruz, coração, entre outros. É isso que vejo quando ligo as estrelas." (aluno 9) e "Durante as noites, não consigo ver todas as estrelas como vi na projeção. É que em Passo Fundo tem muita claridade, se fôssemos para o interior, enxergaríamos perfeitamente as estrelas que compõem as constelações e também seria possível ver a nossa Via Láctea." (aluno 8), salientam a capacidade de transferir tais conceitos às situações que vivenciaram ou ainda irão vivenciar. Assim, acredita-se que os objetivos almejados para o encontro foram alcançados, pois, segundo Ausubel, a compreensão genuína de um conceito ou uma proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (MOREIRA, 1999).

Quanto aos questionários aplicados no quarto encontro, também se constataram significativas melhoras nas respostas dadas ao segundo questionário, quando comparadas com as do primeiro. O Sol foi interpretado como uma esfera gigante de gás incandescente. Suas diferentes camadas foram diferenciadas por todos os estudantes que expressaram que é no núcleo onde ocorrem as tais reações term nucleares. Ainda, o vento solar, proeminência e espículas foram interpretados como fenômenos solares.

Durante a análise dos comentários registrados pelos estudantes na última atividade do quinto encontro, constataram-se indícios da aprendizagem superordenada. Esses indícios se evidenciaram em algumas partes dos comentários como “A aula nos proporcionou confirmar alguns assuntos que já sabíamos, dar fim a outros mitos e aprender muitíssimo mais sobre o Sistema de que fizemos parte...” (aluno 1), “A aula de hoje foi realmente interessante, pois conseguimos conhecer mais de cada planeta. Eu nem sabia que existiam planetas formados por gás!” (aluno 3) e “Pensei que conhecia muito sobre Astronomia... agora vejo que o Sistema Solar, a Galáxia e o Universo são imensos, muito maiores do que eu imaginava.” (aluno 11), em que os estudantes perceberam os conceitos referentes ao Sistema Solar como mais amplos e gerais do que seus conhecimentos prévios. Averiguou-se, também, que a atividade de construção da maquete do Sistema Solar foi um momento essencial para a interpretação de alguns conceitos abordados, conforme as afirmações “... a partir do momento que nos propomos a representá-los, passamos a ter uma real noção das dimensões de cada planeta...” (aluno 8) e “Na maquete, pude ter mais noção das distâncias entre um planeta e outro...” (aluno 5). Vê-se que os estudantes só foram capazes de atingir a compreensão significativa das distâncias existentes entre os planetas e destes ao Sol, quando as visualizaram representadas na maquete. Em outra parte dos comentários, encontrou-se que “... a melhor parte da aula foi a construção de uma maquete do sistema solar, onde colocamos todos os planetas terrestres (rochosos) e os planetas jovianos (gasosos) e, assim, tivemos uma clara noção de como é o sistema de que fizemos parte.” (aluno 11). Tal afirmação, aliada às outras duas citadas, salientam a atribuição de significados a cada um dos objetos utilizados na construção da maquete pelos estudantes, isto é, os símbolos utilizados passaram a significar para eles aquilo que seus referentes significam.

As representações elaboradas no sexto encontro demonstraram que os estudantes representam a Terra com uma inclinação entre seus planos de rotação e de translação. No entanto, esses esboços revelaram que os estudantes ainda interpretaram equivocadamente os fenômenos originados pelos movimentos de rotação e de translação terrestre. Neles, evidenciou-se que os estudantes atribuíram a ocorrência da sucessão dos dias e das noites ao fato de que, a cada momento, a posição da superfície terrestre exposta aos raios solares se modifica em virtude da rotação ocorrida no sentido ocidente-oriental. Porém, todos os desenhos mostraram a linha separando a parte clara (dia) e escura (noite) coincidindo com o eixo de rotação, indicando que não conseguiram entender claramente como os raios solares iluminam a Terra; consequentemente, não entenderam que, devido à inclinação do eixo da Terra, as partes diurnas e noturnas de cada hemisfério têm tamanhos diferentes.

Entende-se, dessa forma, que o processo de assimilação não está concluído. São comuns, durante o processo, situações em que os conhecimentos iniciais se sobressaem aos novos conhecimentos, pois, nesse processo, não só a nova informação, mas também o conceito subsunçor com o qual ele relaciona e interage é modificado pela interação (MOREIRA, 1999). Durante um tempo, o produto dessa interação é constituído da nova informação e também dos conceitos subsunçores que permanecem como coparticipantes de uma nova unidade.

Os índices de acertos obtidos no questionário final do sétimo encontro foram altos, demonstrando que os novos conceitos foram relacionados ao que o estudante já sabia, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias (MOREIRA, 1999). A superfície lunar foi encarada irregular e constituída por mares, montanhas e crateras que se formam a partir da atividade vulcânica e pelos constantes choques de meteoritos com essa superfície. A falta de atmosfera na Lua e os efeitos causados por essa ausência foram atribuídos ao fato de ela possuir uma massa relativamente pequena e, conseqüentemente, uma pequena gravidade, incapaz de reter gases ao seu redor. Quanto aos movimentos de rotação e translação da Lua, destaca-se a resposta “A Lua gira em órbita elíptica em torno da Terra; esse movimento é denominado movimento de translação da Lua. Nele, a distância entre esses astros varia. Isto é, não é constante e completa um ciclo a cada 27,3 dias. O ponto mais próximo é chamado de perigeu e o ponto mais distante é o apogeu. Ainda, o plano orbital não coincide com o plano da Terra. O movimento que ela realiza sobre si própria é chamado de rotação lunar. Esse movimento é sincronizado com o seu movimento de translação. Por isso, a Lua se mantém sempre com a mesma face voltada para nós” (aluno 5). Tal resposta contempla todos os conceitos referidos de uma maneira clara e objetiva. As fases da Lua passaram a ser interpretadas como as diferentes aparências que ela mostra devido à variação na iluminação pelo Sol da face lunar voltada para a Terra.

A avaliação do curso foi realizada a partir de um questionário aberto. Os resultados demonstram que a proposta alcançou os objetivos almejados.

A metodologia foi classificada pelos cursista como excelente. Das justificativas expressadas, alguns trechos merecem destaque “... as técnicas iniciais foram muito importantes no entendimento dos conteúdos estudados em cada aula ...”, “... qualquer metodologia utilizada se encaixaria no curso pois, os conteúdos sobre Astronomia são muito interessantes...” e “... no curso todas as atividades se completavam fazendo com que todos compreendessem os conteúdos passados”. Isso demonstra a aprovação da organização estrutural utilizada no transcorrer do curso, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os comentários

evidenciam que os estudantes reconhecem a importância da utilização de organizadores prévios na compreensão significativa dos assuntos abordados.

O material institucional disponibilizado durante os encontros foi credenciado para novas aplicações. Arrolam-se as principais respostas: “Muito bom, haviam dúvidas que surgiam depois da aula, mas o material respondia a dúvida.”, “Excelente pois, será muito importante durante nossa futura atuação como professores.”, “O material é bem diversificado. Nos disponibiliza materiais que infelizmente não encontramos em nossas salas de aula.” e “Um material deve conter todos os conteúdos de forma clara. O que foi disponibilizado no curso é claro. Então ele é ótimo.”

Sobre a atuação do professor durante o curso os estudantes consideraram como muito satisfatória. Em suas respostas, ressaltaram a importância da preparação prévia em relação aos assuntos abordados em uma situação de aprendizagem e a segurança necessária na condução das atividades propostas.

Quanto à importância da experiência vivenciada durante o curso para a sua formação profissional, dois elementos se destacaram: a grande preocupação em dominar os conceitos que serão abordados em possíveis atuações profissionais e a percepção da lacuna existente na sua formação.

Em relação ao que sugerem para a melhoria do curso, foram feitas as seguintes sugestões para futuras implementações:

“Poderíamos ter abordado os assuntos sobre vida fora da Terra com mais ênfase.”

“Que o curso tivesse uma maior duração, assim poderíamos estudar alguns conceitos como a Galáxia de Andrômeda.”

“Poderíamos realizar experiências à noite, para podermos visualizar na prática o conteúdo que é apresentado.”

“Mais encontros, e que estes fossem em sábados consecutivos.”

VI. Considerações finais

A experiência aqui descrita permite confirmar que uma metodologia com enfoque em um conteúdo significativo ao estudante é fundamental para despertar nele o prazer pela ciência, a construção de significado e a valorização do que está sendo aprendido. Isso proporciona maior segurança aos estudantes quando forem trabalhar esses assuntos em sua futura atuação profissional. Para elaborar um curso nessa perspectiva, é preciso desenvolver uma metodologia adequada e dispor de materiais de ensino que facilitem a ocorrência da Aprendizagem Significativa.

Quando os estudantes percebem que os conteúdos a serem aprendidos têm alguma ligação com o que conhecem e os interpretam como importante para suas vidas, desenvolvem um potencial maior para a aprendizagem, uma vez que esses novos conhecimentos passam a fazer sentido. Dessa forma, entende-se que a ideia de desenvolver um curso de extensão sobre conceitos básicos de Astronomia, fundamentado na teoria da Aprendizagem Significativa, pode ser considerada uma experiência bem sucedida de complementar os currículos dos cursos de formação de professores na modalidade Normal.

Durante os encontros, constatou-se que os organizadores prévios e os materiais introdutórios tiveram uma função importante no processo de aprendizagem. Eles se mostraram muito eficazes no estabelecimento das ligações entre os conhecimentos iniciais dos estudantes e os temas abordados e como instrumento motivador para a aprendizagem desses temas. No momento em que o estudante se sente motivado à aprendizagem, percebe-se que ele se sente livre para perguntar e debater sobre os conceitos apresentados. As apresentações de imagens astronômicas através de *slides*, apoiadas nos textos que foram elaborados com forte ênfase na parte conceitual dos conteúdos, também se mostraram estratégias fundamentais para que os estudantes realizassem a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa desses conteúdos. As construções da maquete do Sistema Solar e do objeto de ensino que simula os movimentos terrestres também se constituíram como momentos importantes do curso. Com eles, os estudantes foram capazes de perceber claramente as diferenças entre as dimensões e os movimentos dos corpos celestes que compõem o Sistema Solar.

Os diversos instrumentos de avaliação aplicados ao longo do curso mostraram que, apesar de haver um considerável avanço nos conhecimentos dos estudantes sobre Astronomia, alguns aspectos chamaram atenção e merecem destaque, pois houve estudantes que apresentaram dificuldades na compreensão do significado físico da grandeza ano-luz; além disso, a identificação dos processos de transmissão de calor nos fenômenos relacionados às partes constituintes do Sol também se mostrou com deficiência de compreensão. No entanto, pelos resultados apresentados e analisados, a proposta alcançou os objetivos pretendidos. Os estudantes tiveram índices muito satisfatórios nos instrumentos de constatação de aprendizagem aplicados ao término dos encontros. Naqueles em que se utilizaram questionários abertos para verificar a aprendizagem, o índice médio de respostas consideradas corretas atingiu 84%. Nos registros das memórias dos encontros, nos pequenos comentários efetuados e na representação dos conceitos através de desenhos, os estudantes demonstraram a compreensão genuína do que foi estudado, pois conseguiram identificá-los, diferenciá-los e transferi-los a novos contextos. Os mapas

conceituais oportunizaram verificar como os estudantes estruturaram os conceitos referentes às constelações em seu cognitivo. Os cursistas conseguiram estabelecer, através da disposição dos conceitos no mapa, uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integrativa dos conceitos. Além disso, também foi alto o índice de assiduidade nos encontros, demonstrando que o curso foi capaz de manter os estudantes motivados e interessados.

Quanto ao tema abordado, os assuntos referentes à Astronomia são apropriados e altamente motivadores para estudantes do curso de formação de professores em nível médio. Durante os encontros, observou-se seu interesse e a motivação com o que estava sendo trabalhado. Eles reconheciam a importância da compreensão significativa dos temas para suas possíveis atuações como docentes nos primeiros anos do Ensino Fundamental. Constantemente, participavam do encontro, indagando, comentando e confrontando seus conhecimentos iniciais com os novos conceitos apresentados. Dessa forma, podiam redimensionar o que já sabiam e ancorar nesse conhecimento prévio os novos conteúdos. Isso contribuiu para as modificações nos subsunçores existentes e, conseqüentemente, para a ocorrência do processo de assimilação preconizado por Ausubel.

Os oito encontros proporcionados aos estudantes mostraram-se suficientes para o desenvolvimento do curso, porém, alguns conceitos abordados no sétimo encontro podem ser transferidos para o oitavo. A abordagem da origem e evolução lunar, das características físicas da Lua, de seus movimentos e suas fases, além do surgimento dos eclipses e das forças de marés se mostrou um excesso de conceitos para um pequeno espaço de tempo. Assim, sugere-se que, em novas implementações, o debate referente aos assuntos de eclipses solares e lunares, bem como as forças de marés, seja destinado ao último encontro. Apesar de esse fato ser relevante quando se objetiva uma aprendizagem significativa, isso não apresentou uma influência crucial no desenvolvimento do curso.

Por fim, consideramos que o curso foi exitoso e pode ser repetido, com convicção de sucesso, com estudantes finalistas do curso de formação de professores em nível médio. No entanto, nada impede que ele seja adaptado e se transforme em parte integrante do currículo dessa etapa de ensino. Salienta-se que, ao desenvolver essa proposta com estudantes do curso de formação de professores em nível médio, é necessário levar em consideração que eles estudaram poucos temas de Física. Assim, assuntos como os princípios básicos da cinemática, dinâmica, termodinâmica, óptica e eletromagnetismo devem ser abordados concomitantemente com o desenvolvimento dos conteúdos do curso, uma vez que tais conceitos físicos constituem pré-requisitos importantes para a compreensão dos assuntos abordados.

Referências bibliográficas

- DARROZ, L. M. **Uma proposta para trabalhar conceitos de Astronomia com alunos concluintes de formação de professores na modalidade Normal**. 2010. 195f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, São Carlos, v. 1, n. 2, p. 75-92, dez. 2005.
- MARQUES, N. L. R.; ARAUJO, I. S. Investindo na formação de professores de Ciências do ensino fundamental: uma experiência em física térmica. **Revista Experiências em Ensino de Ciências – EENCI**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 131-152, dez. 2010.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **A Física na formação de professores do Ensino Médio**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999a. 151p.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: Gráfica do Instituto de Física – UFRGS, 1999b. 62p.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999. 195p.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006. 83 p.
- PACCA, J. L. A.; SCARINCI, A. L. Um curso de Astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89-99, mar 2006.
- ROSA, C. T. W. **Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade Educação, UPF, Passo Fundo.