

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

THIAGO PEREIRA DA SILVA

**NOSSA POSIÇÃO NO UNIVERSO: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

VITÓRIA

2015
THIAGO PEREIRA DA SILVA

**NOSSA POSIÇÃO NO UNIVERSO: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional do Centro de Ciência Exatas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch

VITÓRIA
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Thiago Pereira da Silva

**NOSSA POSIÇÃO NO UNIVERSO: UMA PROPOSTA DE
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 10 de Fevereiro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Rodolfo Langhi
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Profa. Dra. Marcia Regina Santana Pereira
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

Aos pilares da minha vida:

Meu filho HENRIQUE,

Minha esposa CARLA ANDREIA,

Que me apoiaram nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs.(as) Drs.(as) do PPGEnFis-UFES e, em especial, ao Prof. Dr. Laercio Ferracioli por tornar possível um programa desse porte, direcionado aos professores de Física do Estado do Espírito Santo.

Às equipes do Planetário de Vitória e Observatório Astronômico da UFES, pelo apoio nas atividades extraclasse da sequência didática.

Aos estudantes da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Alzira Ramos.

Ao Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch pela orientação, companheirismo e aprendizagem ao longo dessa caminhada.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos pelos incentivos ao longo da caminhada.

RESUMO

O propósito da pesquisa foi desenvolver e avaliar uma sequência didática para o ensino de Astronomia no Ensino Médio, aplicada em um grupo de 14 estudantes da rede pública estadual do Espírito Santo, no intuito de comprovar se a metodologia e atividades da sequência contribuíram para uma aprendizagem significativa de conceitos relacionados ao céu, ao Universo e à nossa posição dentro dele. Os estudantes eram concluintes do Ensino Médio e participavam de um projeto denominado “Pré-ENEM”. O principal marco teórico utilizado na elaboração da sequência e avaliação dos resultados foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Joseph Novak, complementado com a consideração de resultados de pesquisas na área de Educação em Astronomia. A sequência de ensino teve como tema geral “Nossa Posição no Universo”. Procurou-se elaborar a sequência com base em atividades e materiais potencialmente significativos, envolvendo práticas de observação do céu a olho nu e com a utilização de telescópio, complementadas com oficinas que envolveram a construção de modelos tridimensionais da Constelação do Cruzeiro do Sul e do Sistema Solar, debates em sala de aula em torno das atividades desenvolvidas, utilização de vídeos motivadores, bem como a utilização do *software* astronômico *Stellarium* para o reconhecimento do céu noturno de Cariacica, ES, município onde a escola em que foi aplicada a sequência está inserida. A estruturação final da sequência foi planejada após aplicação de um pré-teste que serviu para verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre os tópicos a serem abordados. Analisando os dados coletados por meio dos questionários aplicados (pré e pós-testes) e de entrevistas semiestruturadas foi possível averiguar indícios de uma aprendizagem significativa, como no caso de estudantes que, antes da sequência didática, afirmavam que no céu noturno só seria possível observar estrelas e que imaginavam esse céu como uma abóbada, com pouca ou nenhuma profundidade. Após as atividades eles conseguiram vislumbrar que, além das estrelas, no céu há planetas visíveis, mesmo a olho nu, e que ele possui uma profundidade, que as estrelas não estão lado a lado, que o céu é a nossa janela para o Universo, evidenciando uma aproximação e reconciliação integrativa entre os conceitos de céu e de Universo. A análise também demonstrou dificuldades no processo de ensino-aprendizagem com relação ao tópico que envolvia escalas de tempo, em que era feita uma comparação entre o tempo de existência do Universo com o da espécie humana na Terra e com o de uma vida humana, como a dos próprios estudantes, indicando que alguns pontos da sequência precisam ser revistos. Uma descrição dos objetivos, estrutura, atividades e o material utilizado ao longo da sequência didática são apresentados no Apêndice A deste trabalho, constituindo um produto que poderá servir de referência para outros docentes que desejarem desenvolver projetos de ensino de Astronomia na Educação Básica.

Palavras-chave: Astronomia, Ensino de Astronomia, Ensino Médio, sequência didática, Universo.

ABSTRACT

The purpose of the research was to develop and evaluate an instructional sequence for Astronomy teaching in high school, applied to a group of 14 students from a public school of the Espírito Santo state, in order to confirm the sequence methodology and activities provided a meaningful learning about concepts related to the sky, the Universe and our position within it. The students were graduating from high school and attending a project called "Pre-ENEM". The main theoretical framework used in the preparation of the sequence and evaluation of the results was the Meaningful Learning Theory of David Ausubel and Joseph Novak, complemented with consideration of research results in the area of Astronomy Education. The instructional sequence had as general theme "Our position in the Universe". We sought to develop the sequence based on potentially significant activities and materials, involving practices of sky observation to the naked eye and with the use of telescope, complemented by workshops involving the construction of three-dimensional models of the Southern Cross constellation and the Solar System, discussions in class about the activities developed, using of motivational videos as well as the use of astronomical software *Stellarium* for the recognition of the night sky of Cariacica, ES, city where the school in which the sequence was applied is located. The final structure of the sequence was planned after applying a pre-test which was used to check previous knowledge of students on the topics to be addressed. Analyzing the data collected by means of questionnaires (pre and post-tests) and semi-structured interviews it was possible to ascertain evidence of a meaningful learning, as in the case of students who, before the instructional sequence, said in the night sky it would only be possible to observe stars and thought the sky as a dome, with little or no depth. After the activities they were able to discern that in the sky, beyond the stars, there are visible planets, even to the naked eye, and that the sky has a depth, that the stars are not side by side, that the sky is our window to the Universe, showing evidence of an integrative reconciliation between the concepts of sky and universe. The analysis also showed difficulties in the teaching-learning process respect to the topic that involved time scales, when it was made a comparison between the time of existence of the Universe and that of the human species on Earth and of a human life, as that of the students themselves, indicating that some points of the sequence must be reviewed. A description of the objectives, structure, activities and the material used throughout the instructional sequence are shown in Appendix A, resulting in a product that can serve as reference for other teachers who wish to carry out Astronomy education projects in basic education.

Keywords: Astronomy, Astronomy Education, High School, Instructional Sequence, Universe.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	09
1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	16
2.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	16
2.2 RESULTADOS DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA	22
3 METODOLOGIA	26
3.1 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	26
3.1.1 Apresentação da sequência aos estudantes	29
3.1.2 Aplicação do pré-teste	31
3.1.3 Vídeos motivadores	32
3.1.4 Observando o céu noturno a olho nu	35
3.1.5 Debate em torno da atividade “Observando o céu noturno a olho nu” utilizando o programa <i>Stellarium</i>	36
3.1.6 Confeccionando a constelação do Cruzeiro do Sul	38
3.1.7 O Sistema Solar em escala real de distâncias	43
3.1.8 Observando o céu noturno com o telescópio	48
3.1.9 Visita ao Planetário de Vitória	50
3.1.10 Encerramento da sequência didática	51
3.2 METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	51
3.2.1 Os questionários, a entrevista semiestruturada e a análise de conteúdo	53
4 RESULTADOS	57
4.1 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	57
4.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS	58
4.2.1 Análise das respostas às questões abertas e semiabertas	58
4.3 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS	75
5 CONCLUSÕES	88

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
7 REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE A: SEQUÊNCIA DIDÁTICA “NOSSA POSIÇÃO NO UNIVERSO”	99
A.1 INTRODUÇÃO	100
A.2 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	103
A.3 QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES E APÓS A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ..	104
A.4 ROTEIRO DA ATIVIDADE: “OBSERVANDO O CÉU NOTURNO A OLHO NU”	108
A.5 MANUAIS DE NAVEGAÇÃO E INSTALAÇÃO DO PROGRAMA <i>STELLARIUM</i>	114
A.6 ROTEIRO DA ATIVIDADE “CONFECCIONANDO UM MODELO TRIDIMENSIONAL DA CONSTELAÇÃO DO CRUZEIRO DO SUL EM ESCALA REAL DE DISTÂNCIAS”	118
A.7 ROTEIRO DA DINÂMICA “CONSTRUINDO O SISTEMA SOLAR EM ESCALA REAL DE DISTÂNCIAS”	124
A.8 ROTEIRO DA “OBSERVAÇÃO DO CÉU NOTURNO COM TELESCÓPIO”	128
A.9 VISITA AO PLANETÁRIO DE VITÓRIA	129
A.10 A ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	130
APÊNDICE B: TRANSCRIÇÕES DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS	132
B.1 TRANSCRIÇÕES DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS	133
B.2 TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS	153

APRESENTAÇÃO

A minha carreira de professor da Educação Básica começou quando ainda era estudante de Física da Universidade Federal do Espírito Santo. Estava no quarto período quando a oportunidade de “ser” professor apareceu, numa escola pública próxima da minha residência. O período foi curto, apenas 3 meses, mas foi de grande intensidade. No ano seguinte, 2003, participei de um processo seletivo simplificado, do Governo Estadual, e assim fui apresentado à Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Alzira Ramos (EEEFM Alzira Ramos). Desde então, são aproximadamente dez anos como professor de Física do Ensino Médio nessa escola, onde o vínculo entre aluno/professor/comunidade é grande.

O meu gosto pela Astronomia, por sua vez, surgiu numa visita que fiz com outros três colegas de escola ao Observatório Astronômico da UFES, em 1996. Lembro-me de ter observado o planeta Júpiter e suas quatro luas principais, descobertas por Galileu Galilei, o aglomerado estelar aberto NGC 4755, conhecido como Caixa de Joias, a estrela (tripla) Alfa do Centauro, além da Lua. Ao ingressar na Universidade Federal do Espírito Santo, no curso de Física, fui logo procurando uma vaga de monitor (sem vencimentos) pelo puro gosto de poder observar o céu noturno. No Observatório Astronômico da UFES pude aprender e participar de muitos projetos voltados à comunidade. Os atendimentos das sextas-feiras eram fascinantes, pois devíamos apresentar os astros para pessoas de varias idades e instruções. As apresentações precisavam ser dinâmicas e ricas em informações palpáveis. Esse mesmo objetivo foi perseguido na sequência didática desenvolvida e trabalhada com os estudantes da EEEFM Alzira Ramos, descrita na presente dissertação.

Desde o início de minhas práticas educacionais como docente, invariavelmente fazia pequenas inserções de tópicos de Astronomia e percebia claramente que o assunto despertava grande interesse na maioria dos alunos, levantando a todo tipo de questionamento sobre o tema. Durante essas inserções utilizava recursos midiáticos da escola, principalmente um *datashow*, com fotos e vídeos diversos recolhidos da grande rede (*internet*). Em hipótese alguma, até meados de 2012 (ano do meu ingresso no Programa de Pós Graduação em Ensino de Física da UFES – PPGenFis/UFES), me interessava em investigar se aquela prática “surtia efeito”, ou seja, se os alunos que participavam de todo aquele momento estavam aprendendo,

apoderando-se daquele conhecimento e, conseqüentemente, transformando-se e assim tendo uma nova visão quanto ao tópicó abordado.

Após meu ingresso no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, pude compreender a importância do momento “pós” aplicação de qualquer atividade, assim como da consideração do conhecimento prévio dos meus alunos. Pude verificar o quão é importante dar “significado” ao tópicó de Física estudado. Sem essa “significação” o processo de ensino/aprendizagem torna-se monótono, e o “por que estou estudando isso?” permanece “na cabeça” do estudante. Se for feita uma pesquisa sobre as concepções iniciais e finais dos estudantes, podem-se levantar hipóteses sobre se houve ou não aprendizado, se o aluno se apropriou do conhecimento e se esta nova informação, adquirida pelo aluno, modificou o seu olhar perante o mundo.

A escolha pelo Ensino de Astronomia no desenvolvimento da minha investigação, no fundo, veio do simples fato de eu ter sido monitor do Observatório Astronômico da Universidade Federal do Espírito Santo na época da minha graduação. Então, de posse de uma ideia inicial que foi transformada e (re)transformada por inúmeras conversas com o meu orientador, chegamos a um denominador comum sobre a elaboração e implementação de uma proposta de ensino de Astronomia para o Ensino Médio por meio de uma sequência didática tendo como eixo temático a localização de nossa posição no Universo, cujos resultados são aqui apresentados e analisados.

1 INTRODUÇÃO

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, dedicadas às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, publicadas pelo MEC (BRASIL, 2006) é indicada a adoção de temas estruturadores que articulem competências e conteúdos e apontem para novas práticas pedagógicas, sendo que um dos seis temas estruturadores sugeridos é: “Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).” (BRASIL, 2006, p. 57); o qual envolve e remete diretamente a conceitos de Astronomia. No Currículo Básico Comum (CBC) da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES), também há recomendação de abordagem de temas de Astronomia em associação ao tópico Gravitação Universal, na disciplina de Física no Ensino Médio.

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

Visando contribuir para que o ensino de Astronomia no Ensino Médio, especialmente no Estado do Espírito Santo, consiga superar as dificuldades apontadas e contribua para a promoção de uma aprendizagem significativa de conceitos e explicações científicas relativas aos fenômenos abordados, foi desenvolvida e aplicada uma proposta didática materializada por meio de uma sequência didática que incluiu a realização de diversas atividades práticas e extraclasse, que buscou tirar maior proveito do fascínio e da curiosidade que a Astronomia costuma despertar nos estudantes, procurando promover uma melhor percepção da profundidade do céu,

das relações espaciais envolvidas nos fenômenos astronômicos e de nossa posição no Universo.

No presente trabalho relatamos os resultados obtidos por meio da aplicação dessa sequência didática, que teve como título e tema central “Nossa Posição no Universo”, com alunos do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Alzira Ramos, que participavam do projeto “PRÉ-ENEM” no ano de 2013.

A EEEFM Alzira Ramos está localizada no bairro Alzira Ramos, no município de Cariacica, no Espírito Santo. Ela atende estudantes dos bairros Alzira Ramos, Nelson Ramos, Liberdade, Rio Marinho, Jardim Botânico, Caçaroca e Vista Linda, bairros considerados carentes em serviços públicos. A Escola possui ao todo, aproximadamente, 1.600 alunos, distribuídos nos três turnos (manhã, tarde e noite).

Segundo os dados de 2013 do Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santos (PAEBES) que foi instituído pela Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU-ES), no ano de 2000, e tem como objetivo avaliar as competências e habilidades dos alunos das redes estadual e municipal, de modo permanente e contínuo, em diferentes áreas do conhecimento e níveis de escolaridade, a EEEFM Alzira Ramos atingiu um nível de proficiência média de 224,9 na disciplina de Física referente aos alunos do 3º ano do ensino médio (total de 144 alunos), o qual, na escala de proficiência proposta pelo PAEBES¹, é considerado abaixo do básico. Vale ressaltar que, no mesmo ano (2013), a média da Rede Estadual, envolvendo um total 25.726 alunos participantes, foi de 255,6 e, da Superintendência Regional de Cariacica (SRE/Cariacica), foi de 243,8, referente a 3.196 alunos. A SRE/Cariacica representa todas as escolas do município de Cariacica.

No ano de 2013, ano da realização do projeto, a Escola possuía cinco turmas de 3º ano do Ensino Médio, três no turno matutino e duas no noturno. Como o projeto foi aplicado no contra turno do turno matutino, não houve a possibilidade da inclusão dos alunos do turno noturno, pelo fato de poder prejudicar as matérias do Currículo Básico, contudo houve o convite a esses alunos para participarem da atividade envolvendo a observação do céu com o telescópio.

¹ Escala de proficiência adotada pelo PAEBES: de 0 a 250, abaixo do básico; de 250 a 325, básico; de 325 a 375, proficiente e de 375 a 450, avançado.

Além de apresentar a metodologia de desenvolvimento e aplicação da sequência didática e seus principais resultados, a presente dissertação tem como objetivo primordial apresentar e discutir, por meio da análise dos questionários aplicados antes e depois do projeto, da entrevista semiestruturada realizada ao final e de depoimentos colhidos durante a realização das atividades, registrados num “diário de bordo” do professor, se houve indícios, ou não, de uma aprendizagem significativa dos estudantes com relação aos principais conceitos trabalhados na sequência, e se esse novo conhecimento provocou mudanças ou alterações no seu entendimento de mundo (fenômenos observados).

Os principais objetivos didáticos da sequência foram ensinar sobre:

1. O céu como nossa janela para o Universo: reconhecimento do céu noturno e do que nele é possível observar a olho nu e com pequenos telescópios: a Lua, planetas, estrelas, constelações e a Via Láctea.
2. Os principais componentes do universo visível: planetas, seus satélites, estrelas e galáxias, abordando sua natureza, composição e escalas de tamanho e distâncias.
3. A estrutura espacial do Universo: como se organizam no espaço os principais componentes do universo visível e qual é nossa posição dentro dele.
4. A idade do Universo: comparação entre o tempo de existência do Universo com o da espécie humana na Terra e com o de uma vida humana.

Na elaboração e desenvolvimento da sequência foram consideradas as concepções prévias que os alunos possuíam acerca dos temas abordados para adaptar a metodologia e acompanhar sua avaliação e evolução esperando a promoção de uma aprendizagem significativa, no sentido expresso por Ausubel (2003). Segundo a perspectiva ausubeliana, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o conceito a ser aprendido seja relacionável (ou apropriado) à estrutura cognitiva do aluno, de maneira não arbitrária e não literal, ou seja, deve existir uma relação lógica entre o novo conceito e a estrutura de conceitos que o estudante possui o que tornaria o novo conceito “potencialmente significativo”. Pode-se citar outra condição que é a predisposição do aluno em aprender e efetivamente relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo conceito, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Buscou-se então, elaborar uma sequência didática que fosse, no mínimo, cativante, que procurasse aguçar a curiosidade dos alunos participantes, utilizando como ponto de partida o conhecimento prévio dos alunos.

A hipótese básica investigada neste trabalho foi, portanto, a de que a sequência didática “Nosso Lugar no Universo” pode ser eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa de alunos do Ensino Médio acerca do Universo, segundo a visão científica, especialmente com relação aos seus quatro principais objetivos didáticos, descritos na página anterior.

A seguir destrincharemos o trabalho em seções, procurando repassar todas as informações que envolveram a concepção da sequência didática, sua metodologia, seus questionários e atividades, bem como a análise dos dados colhidos.

Inicialmente, apresentaremos o marco teórico da pesquisa que é a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS), inicialmente proposta por David P. Ausubel e tendo, no Brasil, como seu grande expoente, o professor Marco Antônio Moreira.

Além da TAS, para utilização como referência básica, também foi feito um levantamento sobre os resultados das pesquisas em Educação em Astronomia, apontando alguns de seus principais problemas e possíveis soluções, que auxiliaram a nortear nossa proposta de intervenção.

Após a apresentação dos referenciais teóricos utilizados, na terceira seção é descrita a metodologia utilizada, onde é indicado como foi desenvolvida e aplicada a sequência e como ocorreu a coleta de dados e sua análise, sendo apresentados os objetivos de cada atividade e como ocorreu o seu desenvolvimento.

Na seção 4 é apresentada a análise dos dados e seus resultados, que, à luz do marco teórico, são interpretados procurando responder à principal questão investigada no projeto: “Houve aprendizado? Essa aprendizagem pode ser considerada significativa?”.

As possíveis respostas parciais serão devidamente discutidas até se chegar à conclusão do trabalho, na seção 5, onde as “amarras” finais, envolvendo a teoria (o marco teórico) e os dados coletados, são apresentadas, buscando responder à essa questão principal.

No Apêndice A, como principal produto do presente trabalho, são apresentados os objetivos, materiais e metodologia utilizados na aplicação da sequência didática “Nossa Posição no Universo”, que poderão servir de referência e inspiração para novas intervenções voltadas à Educação em Astronomia no Ensino Médio. Ressaltamos que as atividades sempre deverão ser contextualizadas e se adequar às condições da escola, ficando esta ação essencial a cargo do professor aplicador.

No Apêndice B apresentamos as transcrições das respostas dos estudantes (na íntegra) em duas partes:

- Na primeira parte (B.1) as transcrições das respostas dos estudantes aos questionários (inicial e final);
- Na segunda parte (B.2) as transcrições das respostas às questões da entrevista semiestruturada.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS:

2.1 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A pesquisa e o desenvolvimento de toda metodologia bem como as atividades desenvolvidas teve como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel (AUSUBEL e NOVAK, 1980). Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico a qual é definida como *conceito subsunçor* ou simplesmente *subsunçor*. Para Moreira, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos* ou *proposições relevantes*, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. As informações, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), organizam-se no cérebro humano, de uma maneira organizada, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados, e assimilados, a conceitos mais gerais e inclusivos.

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva, segundo Moreira (1999), podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco desenvolvidos, ou seja, à medida que ocorre aprendizagem significativa esse subsunçor (“facilitador” ou “subordinador”) torna-se mais amplo, mais “robusto” propiciando a “ancoragem” da nova informação. Em outras palavras, à medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Ausubel propõe o uso de *organizadores prévios* que sirvam de “ponte cognitiva” para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que a facilitem:

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si (MOREIRA, 1999, p.155).

Ainda, segundo Moreira:

[...] a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 1999, p.155).

Segundo Ausubel :

[...] a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo.

Para Moreira, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, de uma maneira não arbitrária e não literal. Ele relata que um material com essas características é considerado “potencialmente significativo” (MOREIRA,1999). As condições que a Teoria da Aprendizagem Significativa impõe ao material dito “potencialmente significativo” é a de que ele não seja apenas suficientemente não-arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados, ou seja, deve haver uma harmonia entre o material a ser utilizado e a estrutura cognitiva, a hierarquização dos conceitos, do aprendiz.

A outra condição imposta pela TAS é de que o aprendiz manifeste uma disposição para se relacionar de maneira substantiva e não arbitrária com o material.

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define *aprendizagem mecânica (ou automática)* como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos.

A aprendizagem mecânica nos remete diretamente às práticas educacionais em sala de aula, pois, por motivos variados, e até mesmo inconscientes, devido também a uma formação acadêmica deficitária, à qual o professor do ensino básico é submetido, em geral leciona-se de uma maneira tradicional (lousa e giz), seguindo a memorização. Ausubel relata que:

A aprendizagem mecânica ocorre se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também se o aluno adota estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária e literal (AUSUBEL et al., 1980, p.23).

No contexto da aprendizagem mecânica, o novo conceito adquirido pelo aluno é transitório e temporário, assim o aluno não se torna capaz de relacioná-lo a situações que necessitam de recorrer a sua estrutura cognitiva. Moreira afirma que, na aprendizagem mecânica:

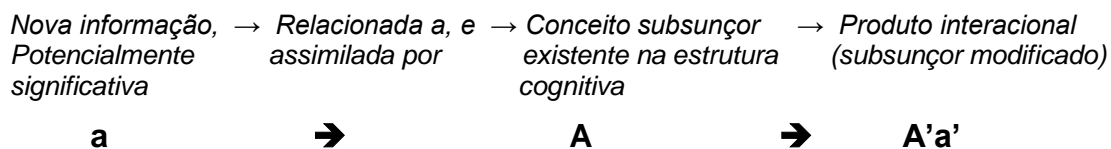
[...] o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo. O que não significa que esse conhecimento seja armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire significados. Durante um certo período de tempo, a pessoa é inclusive capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela (MOREIRA, 2005, p.6).

Vale ressaltar que a aprendizagem mecânica possui determinadas consequências significativas para a aprendizagem. Segundo Lemos:

Quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar, subsumir, a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva, caso o sujeito continue interagindo com o novo conhecimento. É essa interação dinâmica que caracteriza a não dicotomia entre duas formas de aprendizagem [...] (LEMOS, 2011, p.32).

Quando, a um dado conteúdo inicialmente assimilado mediante aprendizagem mecânica, começarem a ser atribuídos significados, os subsunçores envolvidos tornam-se cada vez mais estruturados e capazes de alicerçar novos conceitos e

informações. Os conceitos novos são recebidos e organizados sistematicamente na estrutura cognitiva do indivíduo, a *teoria da assimilação* proposta por Ausubel é representada por Moreira (1999, p.157) no seguinte esquema:



De acordo com o esquema proposto, a nova informação **a**, potencialmente significativa, é assimilada sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, ancorando-se ao subsunçor **A**, com o qual se relaciona, e ambos são modificados pela interação, formando uma nova unidade, um novo produto que é o subsunçor modificado **A'a'**.

Após ocorrer a aprendizagem significativa, começa um novo estágio da assimilação denominado *assimilação obliteradora* podendo ocorrer também um *esquecimento significativo*. Ausubel relata que:

A assimilação explica o fenômeno do esquecimento ou a perda de capacidade de recuperação em relação ao significado recente aprendido, colocando a hipótese de que a particularidade e especificidade únicas do último significado são afastadas (obliteradas), em vários graus, pela generalidade das respectivas ideias ancoradas (...) (AUSUBEL, 2003, p.107).

O esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo de assimilação que facilita a aprendizagem e retenção de novas informações.

Moreira descreve esse segundo estágio da assimilação da seguinte forma:

As novas informações tornam-se espontâneas e progressivamente menos dissociáveis de suas ideias âncora (subsunçores), até que não mais estejam disponíveis, i.e., não mais reproduzíveis como entidades individuais (MOREIRA, 1999, p.158).

Pelo esquema, o conceito recém-assimilado **A'a'** que antes podia ser desassociado em **a'** e **A'**, passa a integrar o subsunçor definitivamente, não permitindo mais uma dissociação, integrados na estrutura cognitiva de forma mais prática e econômica do que se o conceito fosse armazenado separadamente. A ocorrência da aprendizagem significativa, segundo Lemos (2011), vai depender de dois fatores fundamentais:

1. A organização de um material de ensino potencialmente significativo, que está intrinsecamente ligada com a condição de se identificar com que o aluno já sabe. A partir daí ajusta-se o material.
2. A intencionalidade do aluno para aprender de forma significativa, ou seja, é o aluno que deverá relacionar de forma substantiva e não arbitrária a nova informação com as ideias relevantes que já existem na sua estrutura cognitiva.

Os fatores citados acima se agregam com dois princípios da TAS: *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*. Ao longo da aprendizagem significativa os subsunçores vão interagindo com outros subsunçores mais elaborados na estrutura cognitiva do aprendiz servindo de âncora para atribuição de significados aos novos conhecimentos (MOREIRA, 2005). De acordo com MOREIRA & MASINI (1982), para favorecer a diferenciação progressiva, o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, depois, progressivamente diferenciadas, com a introdução de detalhes específicos. Na reconciliação integradora os subsunçores se relacionam de forma mais elaborada a fim de fornecerem novos significados a conceitos já estabelecidos. Os conhecimentos prévios mais estabelecidos na estrutura cognitiva do estudante acerca do assunto são percebidos e relacionados levando a uma (re)organização da estrutura cognitiva.

Tanto a reconciliação integradora quanto a diferenciação progressiva estão intimamente ligadas à aprendizagem significativa, como relata Moreira (2005):

[...] são dois processos relacionados que ocorrem no curso da aprendizagem significativa. Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integradora é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas (MOREIRA, 2005).

Do que foi exposto, o papel do professor na promoção de uma aprendizagem significativa, envolvendo a preparação de estratégias de ensino adequadas a seus alunos e materiais didáticos que sejam potencialmente significativos é essencial.

Moreira (1999) expõe pelo menos quatro tarefas fundamentais da aprendizagem significativa que passam pelas “mãos” do professor.

- 1) Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos;
- 2) Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo;
- 3) Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
- 4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura de significados claros, estáveis e transferíveis. É óbvio que, para isso, deve levar em conta não só a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva do aluno no início da instrução e tomar providências adequadas (por exemplo, usando organizadores, ou “instruções-remédio”), se a mesma não for adequada.

Ainda no quesito professor, Lemos (2011) descreve que todo o trabalho a ser realizado pelo professor pode não ser suficiente:

[...] não se pode negligenciar que existem influências que delimitam ou limitam o poder de decisão e atuação do docente. Tal fato nos leva a questionar até onde vai a autonomia do professor e, portanto, a considerar que a natureza (política, econômica, social e ambiental) do contexto poderia ser tomada como uma terceira condição a influenciar a organização do material potencialmente significativo. Um professor, por melhor preparado

que seja dificilmente conseguirá desenvolver um bom trabalho se os fatores macroestruturais não contribuírem para isso (LEMOS, 2011, p.30).

Moreira (1999, p.163) diz que “no fundo, tudo o que foi dito até agora acerca do processo instrucional segundo uma abordagem ausubeliana é, simplesmente, uma diferenciação da ideia central que caracteriza essa abordagem” e cita Ausubel:

[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo.” (AUSUBEL, 1968, 78, 80).

2.2 RESULTADOS DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

No que se refere ao Ensino de Astronomia na Educação Básica, Leite (2006) relata que boa parte dos professores provavelmente aprende e ensina Astronomia através do livro didático que, frequentemente, apresenta uma Astronomia impositiva, fragmentada e em muitos casos com erros conceituais graves, além de pouca articulação entre as imagens, os conceitos e os fenômenos apresentados e vivenciados em nosso cotidiano. Bisch (1998) refere-se a esse tipo de ensino de *ensino livresco*, ou seja, puramente um ensino mecânico e tradicionalista.

Segundo Bisch (1998) há três características básicas do conhecimento dos estudantes (e professores) do Ensino Fundamental acerca da Astronomia:

- 1) Concepções realistas ingênuas;
- 2) Dificuldades relativas à representação do espaço (de compreensão da tridimensionalidade e relações espaciais dos fenômenos astronômicos);
- 3) Uso de chavões (decoreba).

Vale ressaltar que o próprio autor discute, no seu trabalho, a necessidade de complementação da formação de professores deste nível de ensino, devido ao universo do Ensino de Astronomia ser bastante amplo, concluindo que há um horizonte de possibilidades de trabalhos extensionistas a serem realizados, articulando a pesquisa em ensino e seus resultados com o contexto de sala de aula, com propósito de auxiliar aos professores, fornecendo subsídios para sua prática docente no campo do Ensino de Astronomia.

A discussão sobre a questão da importância da consideração da espacialidade dos astros e fenômenos astronômicos, a partir do conhecimento dos professores, articulados aos conceitos estudados e fornecidos pela ciência é feito por Leite (2006). Segundo ela:

O desenvolvimento de atividades práticas mostra que o Ensino de Astronomia necessita de um enfoque menos tradicionalista, baseado em livros didáticos. Na busca da excelência do ensino, nós professores, temos que ir além daquilo que nos é oferecido em livros didáticos, a pesquisa de trabalhos nesta rota e a formação continuada são suportes que podem trazer grandes benefícios e mudanças na forma como se ensina a Astronomia (LEITE, 2006).

Vários problemas com relação ao Ensino de Astronomia no Brasil são apontados por Langhi (2011):

- 1) Existência de lacunas na formação inicial de professores da educação básica (especialmente dos anos iniciais do Ensino Fundamental) relativos a conteúdos e metodologias de Ensino de Astronomia;
- 2) Cursos de curta duração, normalmente denominados de “formação continuada”, que não promovem, satisfatoriamente, uma mudança efetiva na prática docente para a educação de Astronomia;
- 3) Carência de material bibliográfico de linguagem acessível e de fonte segura de informações sobre Astronomia para professores e público em geral;
- 4) Descompasso entre a proposta dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e o trabalho efetivo nas escolas com o tema Astronomia;
- 5) Espetacularização excessiva da mídia e sensacionalismo exagerado sobre temas e fenômenos da Astronomia;
- 6) Escassez de estabelecimentos dedicados à Astronomia (observatórios, planetários, associações, museus, etc.) e dificuldades no aproveitamento de seu potencial em estabelecer relações continuadas com a comunidade escolar;

- 7) Persistência de erros conceituais em livros didáticos e outros manuais didáticos, apesar de diversas revisões em seus textos;
- 8) Quantidade reduzida de pesquisas sobre Ensino de Astronomia;
- 9) Perda de valorização cultural e falta de hábito de olhar para o céu;
- 10) Falta de atualizações aos professores quanto a novas descobertas e informações sobre fenômenos astronômicos iminentes, por exemplo, eclipses, chuvas de meteoros, etc. que poderiam ser aproveitados nas aulas.

Corroborando com Langhi, Bretones e Compiani (2010) ressaltam que na legislação da formação de professores não existe determinação específica referente aos conteúdos de Astronomia, oferecendo os cursos superiores pouquíssimas oportunidades para que o professor tenha formação inicial para lecionar conteúdos de Astronomia, tornando necessária a implantação de cursos de formação continuada de professores.

Das inúmeras iniciativas de atender esta demanda, Nogueira e Canalle (2009), na tentativa de incentivar e difundir o Ensino da Astronomia e a própria Astronomia nos meios escolares, propõe uma série de experimentos de baixo custo, permitindo assim uma “massificação” desse estudo.

As atividades desenvolvidas na sequência didática “Nossa Posição no Universo” procuram contribuir para uma superação dos problemas encontrados na Educação em Astronomia. As atividades incluídas na sequência, como a observação a olho nu e com telescópio (na própria escola) do céu noturno, o uso de modelos tridimensionais (da constelação do Cruzeiro do Sul e do Sistema Solar) procuraram enriquecer e tornar palpáveis as informações desejadas (objetivos da sequência didática) aos alunos, buscando desenvolver e robustecer subsunçores adequados a uma aprendizagem significativa, mediante uma vivência e contato direto com a observação do céu e a exploração da tridimensionalidade do espaço. A estrutura da sequência didática (colocação de cada atividade) teve como referencial teórico a aprendizagem significativa, ou seja, o intuito era de que o material fosse potencialmente significativo. A sequência didática apresentada nesse trabalho procurou fugir do caminho de uso exclusivo do livro didático e do ensino tradicionalista (sala de aula, quadro e livro didático), propondo atividades

extraclasse, baseadas em resultados e recomendações apresentadas em trabalhos de pesquisa na área da Educação em Astronomia.

3 METODOLOGIA

3.1 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

De uma maneira geral, as atividades desenvolvidas na sequência didática com o tema central “Nossa Posição no Universo” procuraram ampliar o horizonte astronômico dos estudantes, situando-os como “moradores” de todo um contexto cósmico, e também demonstrando que o céu noturno do seu bairro é uma janela de observação desse Universo, do qual eles fazem parte.

Além do objetivo e eixo temático geral de situar nossa posição no Universo, a sequência didática foi elaborada tendo como objetivos mais específicos ensinar sobre:

- 1) O céu como nossa janela para o Universo: reconhecimento do céu noturno e do que nele é possível observar a olho nu e com pequenos telescópios: a Lua, planetas, estrelas, constelações e a Via Láctea.
- 2) Os principais componentes do universo visível: planetas, seus satélites, estrelas e galáxias, abordando sua natureza, composição e escalas de tamanho e distâncias.
- 3) A estrutura espacial do Universo: como se organizam no espaço os principais componentes do universo visível e qual é nossa posição dentro dele.
- 4) A idade do Universo: comparação entre o tempo de existência do Universo com o da espécie humana na Terra e com uma vida humana.

Esses objetivos estão de acordo com os PCN+ do Ensino Médio, onde há sugestões de temas estruturadores que articulem competências e conteúdos, sendo um deles, para o ensino de Física, o “Tema 6: Universo, Terra e vida” (BRASIL, 2002, p.71), abrangendo as unidades temáticas:

- Terra e Sistema Solar;
- Universo e sua origem;
- Compreensão humana do Universo (BRASIL, 2002, p.79).

A forma em que a sequência didática foi organizada e apresentada aos alunos se baseou no argumento de Ausubel, segundo o qual as ideias âncoras relevantes

(observadas no questionário inicial), usadas na aprendizagem significativa e na retenção, devem, obviamente, ser maximizadas, tirando partido das relações sequenciais naturais existentes na disciplina e no fato de que a compreensão de um dado tópico pressupõe o entendimento prévio de algum tópico relacionado.

As atividades propostas foram basicamente lúdicas e envolventes, onde a participação ativa do aluno foi fundamental, tanto na realização como, em algumas delas, na própria construção das mesmas, como no caso das atividades com os modelos tridimensionais. Assim buscou-se fazer com que o aluno se sentisse parte de todo o processo, dando significado ao tópico de Ensino de Astronomia estudado.

Como propõe Nogueira e Canalle (2009), um grande incentivo a uma maior difusão do Ensino de Astronomia e à própria Astronomia nos meios escolares pode ser dado por meio de uma série de experimentos de baixo custo, permitindo uma verdadeira “massificação” desse estudo. As atividades propostas na sequência são, basicamente, de custo zero.

Leite (2006) relata que as atividades práticas no Ensino de Astronomia necessitam de um enfoque menos tradicionalista e na busca pela excelência do ensino os professores devem ir além daquilo que é oferecido nos livros didáticos.

Podem-se listar alguns problemas detectados por Langhi (2011) os quais a sequência didática procurou combater:

- Carência de material bibliográfico de linguagem acessível e de fonte segura de informações sobre Astronomia para professores e público em geral;
- Descompasso entre a proposta dos PCN (Plano Curricular Nacional) e o trabalho efetivo nas escolas com o tema Astronomia;
- Persistência de erros conceituais em livros didáticos e outros manuais didáticos, apesar de diversas revisões em seus textos;
- Quantidade reduzida de pesquisas sobre Ensino de Astronomia;
- Perda de valorização cultural e falta de hábito de olhar para o céu;

Conforme Ausubel (1968): “[...] o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo.” Essa foi a inspiração em torno de toda aplicação desse trabalho.

O desenvolvimento e aplicação da sequência didática “Nossa Posição no Universo”, apresentada no Apêndice “A”, passou por uma série de etapas, destacadas a seguir, que englobam apresentação; elaboração; aplicação; coleta de dados e avaliação dos resultados. Assim, destacamos as etapas:

- 1) Apresentação da sequência aos alunos participantes, destacando a importância das suas participações, das oficinas que viriam a participar, bem como que nenhum deles estaria sendo avaliado (avaliação individual) e sim todo o projeto (avaliação do grupo);
- 2) Aplicação do pré-teste (Apêndice A.3) e de uma sondagem inicial sobre a realização de atividades ligadas ao Ensino de Astronomia, que, de uma forma geral, propiciou o levantamento das concepções iniciais dos estudantes com relação a céu, ao tema geral escolhido, bem como acerca de conceitos básicos a serem trabalhados;
- 3) Desenvolvimento das atividades didáticas, que sequencialmente foram:
 - Apresentação de dois vídeos motivadores considerados como organizadores prévios: “*Powers of Ten* (Potências de 10)” (EAMES; EAMES, 1977) e “*The Known Universe* (O Universo Conhecido)” (HOFFMAN; EMMART, 2009). Após a sessão de cada filme, ocorreu um debate onde o professor foi meramente um mediador/provocador das ideias e questionamentos que surgiam, buscando criar uma “ponte” entre o que o aluno já sabia com o que o vídeo mostrava (uma visão geral do Universo e de nossa posição dentre dele);
 - Desenvolvimento da atividade “Observando o céu noturno a olho nu” (Apêndice A.4), na qual a Lua foi utilizada como guia e referência para localização e marcação das “estrelas” mais brilhantes, a serem identificadas na atividade seguinte;
 - Debate em torno da atividade “Observando o céu noturno a olho nu”, utilizando o programa *Stellarium* (apresentamos um breve manual no Apêndice A.5), com a identificação de um planeta (Saturno) dentre as “estrelas” mais brilhantes marcadas pelos alunos na atividade anterior;

- Realização da oficina “Confeccionando a Constelação do Cruzeiro do Sul” (Apêndice A.6), envolvendo a montagem de um modelo tridimensional da referida constelação;
 - Construção do “Sistema Solar em escala real de tamanhos e distâncias” (Apêndice A.7), realizada no corredor da escola;
 - Observação do “Céu noturno com telescópio” (Apêndice A.8), realizada no pátio da escola, na qual se enfatizou a observação de Lua e, em especial, do planeta registrado na atividade inicial, de observação do céu a olho nu;
 - Visita ao Planetário de Vitória (Apêndice A.9), para uma sessão especial sobre nossa localização no Universo;
- 4) Aplicação de pós-teste e realização de entrevista semiestruturada (Apêndice A.10). Com a análise do pós-teste e da entrevista procurou-se indícios de uma aprendizagem significativa.

A seguir relatamos como foi feita a aplicação das atividades e, depois, como foi conduzida a análise dos questionários e entrevistas. Ao longo do texto haverá a apresentação de algumas falas dos alunos participantes, registradas num “diário de bordo”, que acompanhou o professor-pesquisador desde o primeiro encontro com os estudantes.

3.1.1 Apresentação da sequência aos estudantes

A apresentação da sequência didática aos estudantes foi de extrema importância, visto que, sem a participação ativa e colaborativa de cada um, o trabalho investigativo e uma aprendizagem significativa dificilmente ocorreriam. Zabala procura caracterizar uma sequência didática como sendo “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998). Foi informado aos estudantes, por parte do professor-pesquisador, que em nenhum momento os mesmos seriam avaliados individualmente, mas sim coletivamente, e que o interesse maior era saber se a sequência de atividades proposta iria “provocar” algum aprendizado no tema

Astronomia. A importância do tema “Astronomia” também foi relatada visto que é “cobrada” nas provas do ENEM e que os assuntos abordados, nas possíveis discussões, seriam de extrema importância, sendo citado como exemplos: poluição luminosa, tempo, velocidade da luz, distâncias até os astros e sua composição química, entre outros.

Segundo Longhini e Gomide (2011) os seguintes conteúdos estão, de fato, nas provas do ENEM:

- Compreensão das hipóteses, modelos e formas sobre a origem do Universo;
- Concepções do Universo, com especial enfoque no sistema Terra-Sol-Lua;
- Trabalho com escalas de distâncias e grandezas.

Ainda segundo Longhini e Gomide, de 1998 a 2008 (uma década), cerca de 4,6% das questões do exame abordaram o tema Astronomia, e que é “alentador acreditar que é um começo”. Espera-se que se consolide como prática frequente, permanente e diversificadamente explorada.

Outro fator que foi primordial na apresentação prévia foi a informação de que os nossos encontros (professor-pesquisador e alunos) para desenvolvimento da sequência didática iriam ocorrer num determinado horário em que não haveria aula. Vale ressaltar que os alunos participavam de um projeto denominado “Pré-ENEM”, em que as aulas ocorriam no contra-turno desses estudantes, ou seja, no período noturno. Assim foi acordado com eles que, num determinado “dia vago” da semana (terça-feira), das 19h 50min às 21h 50min, seria realizada a sequência. Num total de 25 alunos participantes do “Pré-ENEM”, houve 14 alunos que participaram de todas as atividades da sequência didática, se dedicando à causa dos “estudos astronômicos”.

Após a apresentação da sequência, havendo uma resposta bastante positiva quanto à participação dos estudantes, foi entregue um questionário a ser por eles respondido com uma série de oito perguntas, por meio das quais se procurou fazer um “diagnóstico”, objetivando saber se já tinham tido algum contato com o ensino de Astronomia. Suas questões são apresentadas na seção A.2 do Apêndice A.

3.1.2. Aplicação do pré-teste

A aplicação do pré-teste ocorreu uma semana depois do convite aos alunos para participação no projeto. Antes de sua aplicação, o professor-pesquisador fez uma pequena apresentação das atividades que se pretendia desenvolver na sequência didática, como a observação do céu e uma visita ao Planetário, visando motivar e estimular um maior envolvimento e participação dos estudantes nas mesmas.

Logo após essa apresentação, foi dado início à aplicação do questionário inicial (Qi) utilizado como pré-teste (e pós-teste) para avaliação de resultados com relação à aprendizagem propiciada pelo desenvolvimento da sequência didática.

O professor-pesquisador fez ressalvas de que aquele questionário não estava avaliando nenhum aluno (“não valeria nota”), porém era de importância para avaliar o projeto. Após a explicação deu-se início ao pré-teste.

O pré-teste foi aplicado no contra-turno (assim como todo o projeto) e a participação do estudante não “gerou” nenhuma nota.

De uma maneira geral, os objetivos do pré-teste eram:

- **Objetivo geral:**

Verificar o conhecimento prévio dos estudantes acerca de quais são os principais objetos que compõem o Universo visível e de qual é nossa posição dentro dele, tanto no espaço como no tempo cósmico.

- **Objetivos específicos:**

Levantar as concepções iniciais dos estudantes sobre:

1. Que tipo de objetos celestes são visíveis a olho nu no céu noturno (concepção a ser trabalhada: o céu como nossa janela para o Universo);
2. Os principais componentes do universo visível: a Lua, o Sol, planetas, estrelas e galáxias;
3. A organização, no espaço, dos principais componentes do universo visível;
4. A “profundidade” do céu noturno, ou seja, sobre as distâncias entre os principais componentes do universo visível entre si e com relação à Terra;

5. As dimensões dos principais astros do Universo em comparação com as dimensões da Terra;
6. O tempo de existência do Universo e da Terra e sua comparação com o tempo de uma vida humana, como a dos próprios estudantes.

O questionário utilizado (Qi) consistiu num conjunto de 19 questões sobre conceitos de Astronomia, a maior parte delas (questões de 1 a 12) questões abertas ou semiabertas. As semiabertas iniciavam com um item de resposta “Sim” ou “Não”, mas depois pediam uma explicação para o “Sim” ou “Não”. As demais questões foram fechadas, de múltipla escolha (questões de 13 a 19), todas visando sondar o conhecimento dos estudantes ligados aos objetivos de ensino, geral e específicos, anteriormente mencionados. As questões são de autoria própria e são apresentadas na seção A.3 do Apêndice A.

3.1.3 Vídeos motivadores

Após a apresentação do projeto e aplicação do pré-teste, ocorridos no primeiro encontro, a sequência didática teve continuidade com a apresentação de dois vídeos motivadores.

Os vídeos tiveram a finalidade de estimular e aguçar a curiosidade dos alunos, promovendo maior consciência de seus “conhecimentos prévios” e motivando-os para o debate que iria ocorrer, bem como para a realização de toda sequência de atividades que estariam por vir.

Os vídeos não estavam no mesmo nível de abstração dos estudantes, que tinham até então um entendimento de um céu totalmente “chapado” (discutiremos esse assunto mais a frente na análise dos dados), então, conforme Moreira, esses vídeos podem ser considerados “organizadores prévios”, pois segundo ele:

“Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade” (MOREIRA, 2008).

E ainda,

“Os organizadores prévios podem tanto fornecer *ideias âncoras* relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem.” (MOREIRA, 2008).

A sessão de vídeo ocorreu na sala de aula, utilizando os recursos: *Datashow*, *notebook* e caixa amplificadora de som.

Os vídeos foram “baixados” do *site Youtube*, utilizando o programa computacional *aTube Catcher*. Os estudantes se reuniram na sala de aula e o professor fez uma apresentação dos vídeos.

Na apresentação de *Powers of Ten* (Potências de 10) (EAMES; EAMES, 1977) o professor informou o ano do vídeo, 1977, a sua duração, 9 minutos e 1 segundo, e informou que nessa década, de 1970, o fascínio e o otimismo que os avanços tecnológicos e as ciências exatas exerceram sobre as pessoas foram fantásticas. A corrida espacial estava a “flor da pele”, o homem já havia chegado à Lua, sondas espaciais vagueavam pelo Sistema Solar, etc. Quanto ao filme, foi chamada a atenção ao fato de que as cenas se afastariam quadro a quadro de um determinado ponto. Rapidamente o professor fez uma pequena revisão (básica) sobre potências de 10, para lembrar e verificar se os alunos conheciam de fato 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 e assim sucessivamente. Houve também a exploração da potência negativa, ou seja, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . Pode-se observar que não haveria nenhum impedimento matemático quanto à interpretação do curta-metragem. Toda essa explanação durou aproximadamente 10 minutos.

Deu-se início à apresentação de *Powers of Ten* (Potências de 10). Após a exibição, os alunos solicitaram reprise, no que foram prontamente atendidos. O pedido deu-se para que houvesse um melhor entendimento da trama desenvolvida.

Após a reprise, foi realizado um pequeno debate. O professor, no papel de mediador, procurou ponderar o curso das discussões em torno dos pontos abaixo:

- O “tamanho” e as distâncias do Universo conhecido em relação ao Planeta Terra;
- O limite do Universo conhecido;

- A nossa Galáxia;
- O nosso Sistema Solar.

Durante a apresentação ficaram evidentes as expressões de espanto dos alunos quanto às dimensões espetaculares do Universo. A expressão transcrita abaixo, dita por um estudante e anotada no diário de bordo da atividade, descreve bem o que foi percebido após a exibição do filme:

“Nossa, não imaginava que o Universo fosse tão grande. Agora entendo como somos pequenos em relação ao Universo!”

Apesar da pauta proposta pelo professor mediador, houve uma discussão também em torno do *Big Bang* (a Grande Explosão), momento utilizado pelo professor para, de uma maneira introdutória, tentar explicar essa teoria da Cosmologia.

No segundo momento, após o debate, que durou aproximadamente 20 minutos, deu-se início à apresentação do *The Known Universe* (HOFFMAN; EMMART, 2009). O professor-pesquisador informou que o vídeo é uma produção do Museu Americano de História Natural, de 2009, com duração de aproximadamente 6 minutos e 31 segundos. Lembrou aos alunos que novamente iria ocorrer uma “viagem”, porém desta vez saindo do Tibete, na Cordilheira do Himalaia. Assim o curta *The Known Universe* (O Universo Conhecido) começou. Ao fim da primeira apresentação, os alunos solicitaram uma reprise, prontamente atendida pelo professor-pesquisador. Novamente as expressões de espanto foram entoadas, exemplificando, transcrevo uma, via anotações do diário de bordo da atividade:

“Professor, como a nossa Galáxia é grande e a Terra tão pequena! Não conseguiria imaginar um Universo tão grande!”

No debate, o professor procurou manter as discussões em torno do seguinte tema:

- O universo visível;
- O céu como janela que nos permite observar o Universo;
- O universo visível como sendo uma ínfima parte do que é realmente o Universo, que nossa limitada capacidade de visão (sem ou com telescópios poderosos) consegue perceber.

Vale ressaltar que houve outras discussões: poluição espacial (lixo espacial), poluição luminosa (cidade versus interior), bem como a poluição visual (das nossas cidades).

3.1.4 Observando o céu noturno a olho nu

A atividade “Observando o céu noturno a olho nu” (apresentada na seção A.4 do Apêndice A) teve início em sala de aula, com a discussão de seu roteiro e orientações sobre sua realização a noite, ao ar livre. As observações propriamente ditas, feitas pelos alunos, ocorreram durante as férias de julho de 2013. Assim, o cuidado na explicação da atividade, do como fazer as observações, foi essencial. Em suma, os objetivos primordiais foram:

- Contemplar o céu noturno do seu bairro;
- Visualizar as constelações do céu noturno do seu bairro, principalmente o Cruzeiro do Sul;
- Averiguar as estrelas mais brilhantes desse céu, registrando em desenho as mais próximas à Lua;
- Ter contato com uma carta celeste;
- Observar o movimento diário das estrelas, numa única noite, e o movimento mensal da Lua, por meio da comparação de sua posição em relação às estrelas em noites distintas;
- Verificar que o céu noturno do seu bairro é uma janela para o Universo;

Inicialmente os roteiros impressos, com orientações para a realização da atividade, foram entregues aos estudantes. O professor-pesquisador fez uma leitura do material juntamente com os alunos, enfatizando o período das observações, do dia 14 a 18 de julho de 2013, e os horários de observação: ao anoitecer (das 18h às 18h30min) e cerca de duas horas depois (entre 20h às 20h30min). Foi lembrado que, por motivos de comparação, eram necessários dois dias de observações, mas que era fundamental que esses horários de observações fossem próximos.

Foi necessária uma explicação sobre a utilização da carta celeste, que consta na atividade, apesar de, no roteiro, ela estar bem detalhada. O professor-pesquisador e

os alunos foram para o estacionamento da escola, que é aberto, e fizeram uma aula prática em torno da carta celeste, para aprender a situar os pontos cardeais norte, sul, leste e oeste e a compreender a representação bidimensional da abóbada celeste no papel. Aproveitando o momento, o professor pesquisador apresentou a constelação do Cruzeiro do Sul bem como a do Escorpião.

A indagação: “*Será que tudo o que observamos no céu, aqui no estacionamento da nossa escola, são estrelas? Óbvio, desconsiderando a Lua!*” foi feita pelo professor-pesquisador com o único propósito de fazer o aluno pensar e instigá-lo a participar das atividades seguintes, principalmente a de observação do céu com a utilização do telescópio.

Essa atividade foi de extrema importância para o desenvolvimento da sequência, pois o aluno marcaria no papel (carta celeste) as cinco “estrelas” de maior magnitude (as mais brilhantes) próximas à Lua, sendo que uma delas era um planeta, fato completamente desconhecido, até então, pelos alunos participantes. O referencial das observações, utilizado na atividade, foi a Lua, pois a atividade de observação foi planejada para um período em que a mesma estivesse passando próximo (em linha de visada) a um planeta.

3.1.5 Debate em torno da atividade “Observando o céu noturno a olho nu” utilizando o programa *Stellarium*

Essa atividade ocorreu após as férias de julho dos alunos. Os registros, no papel, das atividades realizadas pelos estudantes durante as férias foram recolhidos e iniciou-se um debate relacionado às observações. O professor-pesquisador pode constatar a dificuldade encontrada pelos alunos no manejo da atividade e no entendimento das instruções do roteiro, apesar de todos os esforços na explicação realizada antes da execução. Algumas reclamações em torno do horário, já que estamos inseridos num bairro com grandes problemas sociais (iluminação e segurança públicas).

Pode-se dizer que o principal objetivo foi demonstrar aos estudantes que, na observação do céu noturno feita por eles, além de estrelas, havia um planeta (a maioria dos alunos, conforme verificado por meio do questionário inicial, achava que só se podiam observar estrelas no céu noturno, essa questão será debatida mais à

frente), nesse caso eles haviam observado o planeta Saturno. A atividade teve assim, como seus principais objetivos:

- Observação do céu noturno via modelagem computacional;
- Comparação do céu real (visualizado) com o céu virtual (computadorizado);
- Apresentação do céu noturno como janela para o Universo.

Observou-se a participação de familiares na atividade. As transcrições de falas dos estudantes, retiradas do diário de bordo da atividade, exemplificam o que ocorreu no debate inicial:

“Professor eu me perdi um pouco, tentei ler, mas no fim ergui o papel e marquei as estrelas mais brilhantes.”;

“Minha mãe reclamou do horário, ela teve que ir comigo na rua, porque o bairro tá perigoso.”;

“Levei minha irmã para me ajudar. Ela adorou.”.

Após o feedback da atividade, o professor pesquisador, utilizando os recursos midiáticos *notebook* e *datashow* e o programa computacional *Stellarium* (apresentado no Apêndice A, seção A.5), fez uma simulação do céu observado pelos alunos. O programa *Stellarium* foi apresentado como um simulador do céu noturno semelhante a um planetário, permitindo mostrar o céu como seria visto de qualquer parte do planeta Terra, em qualquer tempo, bastando apenas informar as coordenadas geográficas latitude e longitude, data e horário.

Para demonstrar a eficiência do programa, o professor-pesquisador convidou os alunos a irem ao estacionamento da escola para observar o céu a olho nu. Depois, voltando para sala de aula, utilizando o programa, fez-se a simulação do céu naquele exato momento. Após alguns ajustes, como do limiar de magnitude dos astros visíveis, a projeção ficou muito semelhante ao céu real, conforme relato de aluno anotado no diário:

“Agora sim professor! Tá parecido!”.

Em sequência, o céu da época de realização da atividade “Observando o Céu noturno a olho nu” também foi projetado. Logo a “estrela” mais brilhante próxima à

Lua foi apontada pelo professor, que perguntou se todos a observaram e a marcaram na atividade. A resposta foi unânime: “*Sim!*”.

Novamente os alunos foram indagados, pelo professor, se o céu noturno apresentava apenas estrelas:

“Observando o céu noturno, observo apenas estrelas?”

A resposta à pergunta feita pelo professor-pesquisador foi praticamente unânime:

“Sim, olhando para o céu de noite, só posso observar estrelas!”.

Utilizando o recurso *Zoom* do programa *Stellarium*, o professor pesquisador pode demonstrar, computacionalmente, que uma das “estrelas” registradas nos desenhos não era uma “estrela”, e sim Saturno, um planeta.

O professor pode verificar, via debate, que alguns alunos permaneceram incrédulos e inflexíveis, não aceitando o que o programa demonstrou:

“Duvido, professor, que ele seja Saturno!”.

O debate foi ótimo para despertar a curiosidade em torno da utilização do telescópio, pois observando a “estrela” via telescópio, com certeza, essa concepção inicial, de impossibilidade de visualização a olho nu de outra coisa que não fossem estrelas e a Lua, sofreria grande mudança.

3.1.6 Confeccionando a constelação do Cruzeiro do Sul

Observando o céu noturno, tem-se a ideia “ingênua” de que as estrelas estão “chapadas” na abóbada celeste. Esse conceito foi verificado nos estudantes (via dados dos questionários iniciais, que serão discutidos mais à frente) assim a confecção do modelo tridimensional procurou problematizar esta visão, questionando os alunos se o seu conceito prévio era o real. Os objetivos dessa atividade foram abordar:

- O reconhecimento da Constelação do Cruzeiro do Sul e estimular a sua observação no céu real;
- As diferentes distâncias das estrelas desta constelação com relação ao planeta Terra e a profundidade do céu noturno;

- A tridimensionalidade da constelação real e a questão da perspectiva envolvida na observação de sua forma;
- O tempo gasto pela luz destas estrelas para atingir a Terra;

Na atividade, apresentada na seção A.6 do Apêndice A, os estudantes foram divididos em grupos de, no máximo, cinco alunos, procurando homogeneizar a distribuição dos integrantes por grupos.

Após a divisão, o professor, utilizando recursos midiáticos, projetou na sala de aula uma foto da constelação do Cruzeiro do Sul (Figura 1) e então fez perguntas visando debater os seguintes assuntos:



Figura 1: Foto apresentada aos alunos na atividade “Confeccionando um modelo tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul em escala real de distâncias”. Fonte: <https://c2.staticflickr.com/4/3142/5709066336_66599e86a3z.jpg>, acesso em 01/08/2014.

- Identificação da constelação do Cruzeiro na fotografia;
- Se já a haviam observado no céu do seu bairro;
- É uma constelação característica do hemisfério sul, visível no céu noturno de países situados neste hemisfério;

- Seria possível a construção de uma maquete deste conjunto de estrelas?
- Essas estrelas estão lado a lado?

Após o debate, os alunos foram convidados pelo professor a irem ao estacionamento da escola, que é descoberto, para uma observação do céu a olho nu.

O que ficou marcado, inicialmente, durante os debates, foi o tema “poluição luminosa”. Na sala, quando a foto foi projetada, houve certo espanto por parte dos alunos, quanto ao número de estrelas. Os relatos abaixo se referem a esse momento e foram retirados do diário de bordo da atividade:

“Nossa, são muitas estrelas.”;

“Esse céu não é daqui. Tá mais do interior professor.”.

Quando os alunos foram ao estacionamento, puderam, definitivamente, comprovar o fenômeno “poluição luminosa”, que tanto atrapalha as observações do céu noturno.

Durante o debate ali instaurado, o professor fez o seguinte questionamento:

“E se, neste exato momento, faltasse luz aqui no bairro, o que iria ocorrer com este céu?”

As respostas foram variadas, todas giravam em torno de ponto de que se poderiam observar mais estrelas:

“Ah sem luz! Daria para ver mais estrelas.”

O professor procurou estabelecer um diálogo em torno das distâncias entre as estrelas. As atenções ficaram voltadas ao Cruzeiro do Sul, sendo apresentadas as principais estrelas (as cinco de maior brilho) que compõem tal Constelação.

Durante as discussões, ficou evidente a frágil ou nenhuma percepção de profundidade do céu. A noção de um céu “chapado”, conforme fortíssima ideia aristotélica vagueava nas respostas dadas pelos alunos.

Para exemplificar, quando o professor fez a seguinte pergunta:

“As estrelas que compõem a Constelação do Cruzeiro do Sul, estão lado a lado ou há gigantesca distância entre elas?”

As respostas dadas:

“Elas estão lado a lado professor, é só olhar para foto ou aqui para o céu.”,

OU:

“Se houver uma distância entre elas, é algo em torno de alguns quilômetros.”

Após os debates, os alunos retornaram para a sala de aula, onde se deu início à segunda parte da atividade.

Na sala, o professor solicitou que os grupos se reunissem. Formaram-se dois grupos de seis alunos e outro com cinco alunos, feito isso, foi explicada a dinâmica da atividade.

A dinâmica em si, seria a confecção de um modelo tridimensional da Constelação do Cruzeiro do Sul. Com apoio dos recursos midiáticos da escola, foi projetada, na parede da sala de aula, a seguinte figura:



Figura 2: Imagem apresentada aos alunos na atividade “Confeccionando um modelo tridimensional da Constelação do Cruzeiro do Sul em escala real de distâncias”. Fonte: <<http://observacoesnocturnas.blogspot.com.br/2009/07/astronomia-das-bandeiras-cruzeiro-do.html>>, acesso em 01 ago. 2014.

A Figura 2 teve a intenção de mostrar e identificar as principais estrelas da constelação, bem como as “apontadoras” do Cruzeiro (Alfa e Beta do Centauro), indicando seus nomes, a partir dos quais os alunos poderiam colher a informação com relação às distâncias de cada estrela em relação ao planeta Terra.

De acordo com Longhini (2009) a relação das distâncias das cinco principais estrelas do Cruzeiro em relação à Terra é a seguinte:

- Estrela de Magalhães ou Acrux: 359 anos-luz;
- Mimosa: 424 anos-luz;
- Rubídea ou Gacrux: 88 anos-luz;
- Pálida: 257 anos-luz;
- Intrometida: 58 anos-luz.

Esses dados foram escritos no quadro branco. Para chamar atenção das gigantescas distâncias envolvidas, o professor foi enfático na informação dos dados envolvidos:

“Pessoal, os dados dessa tabela informam o tempo que a luz gasta para percorrer a distância entre a estrela, da Constelação, até a nossa escola.”

Os comentários dos alunos, conforme trechos abaixo, extraídos do diário de bordo da atividade, exemplifica bem o momento da discussão:

“Nossa, isso tudo professor!”,

ou:

“Quando essa luz saiu da estrela, eu nem tinha nascido, nem minha avó!”

Após apresentação da Figura 2 e das distâncias, o professor-pesquisador entregou um “kit” para cada grupo. Cada “kit” possuía:

- 10 bolinhas de isopor de 5 cm;
- 10 palitos de churrasco;
- Uma folha de isopor;
- Régua escolar de 50 cm;
- Tesourinha escolar (sem ponta).

O professor solicitou que os alunos fizessem a seguinte conversão matemática, por questões de escala:

- Considerar um ano-luz como sendo igual a 0,1 cm.

Relacionando os valores, indicados na tabela, com a escala de conversão, informada pelo professor, os alunos, utilizando uma regra de três simples, puderam converter as distâncias reais, gigantescas, numa escala que coube numa régua escolar.

De posse dos valores, os alunos cortaram os palitos, afixaram as bolinhas de isopor no palito e depois na folha, formando tridimensionalmente a Constelação do Cruzeiro do Sul.

Finalizada a confecção, o professor indagou os alunos e pediu para que comparassem o que eles haviam construído com o que eles observaram a olho nu.

As respostas convergiam para a ideia de que, vindo da Terra (Terra como referencial de observação), não se tem a noção de “profundidade” das estrelas, parece que elas estão lado a lado, como ilustra o relato de um estudante abaixo:

“Olhando para o Cruzeiro do Sul, não consigo ver que elas estão afastadas, mas aqui deu para perceber.”

3.1.7 O Sistema Solar em escala real de distâncias

O intuito desta atividade foi realizar uma apresentação do Sistema Solar, onde cada aluno representaria um planeta e o Sol seria representado por uma esfera de isopor com 20 cm de diâmetro, valor utilizado para determinar o fator de escala a ser utilizado na construção do modelo, considerando que o diâmetro real do Sol é cerca 1,4 milhões de quilômetros. A atividade encontra-se no apêndice A.7. Em suma, os objetivos dessa atividade foram:

- Compreensão das distâncias reais dos planetas ao Sol e entre si;
- Visualização, em escala real, do tamanho do Sistema Solar;
- Releitura das imagens que representam o Sistema Solar, cuja escala real de distâncias é muito diferente das que costumam ser vistas em livros didáticos.

O professor explicou o que seria realizado na escola, com a construção de um modelo tridimensional do Sistema Solar nos seus corredores. De início os estudantes ficaram envergonhados, conforme expresso por um deles (extraído do diário de bordo da atividade):

“Pô professor, maior pagação de mico!”

Com um pouco de insistência e o professor reforçando a ideia de que a participação seria de extrema importância na compreensão das distâncias envolvidas no Sistema Solar, pois a atividade seria realizada em escala real, os alunos aceitaram e assim pode-se começar efetivamente a dinâmica.

Novamente, utilizando os recursos midiáticos da escola, o professor projetou a imagem apresentada na Figura 3, que tinha como finalidade (re)lembrar quais são os planetas constituintes do Sistema Solar, e, principalmente, questionar se a figura estaria em escala real.



Figura 3: Imagem representando o Sol e os planetas do Sistema Solar apresentada aos estudantes no início da atividade de montagem de modelo do Sistema Solar em escala real de distâncias. Fonte: <<http://observacoesnocturnas.blogspot.com.br/sistema-solar.html>>, acesso em 01 ago. 2014.

O professor procurou instigar um debate com a seguinte colocação:

“A figura mostrada está em escala real? Seriam essas as reais distâncias entre os planetas que compõem o Sistema Solar? Outra, os tamanhos, nas opiniões de vocês, são reais?”

As respostas foram variadas, porém pode-se verificar um total desconhecimento tanto na relação de tamanho quanto nas distâncias entre os planetas. Para exemplificar o momento do debate, as falas de alguns dos estudantes (extraídas do diário de bordo) foram as seguintes:

“Professor, acho que a figura representa o Sistema Solar, talvez as distâncias sejam um pouco maiores, mas os tamanhos, acho que estão bom!”;

“Nossa a Terra é tão pequena assim?”.

Logo após o debate, o professor apresentou as distâncias dos planetas em relação ao Sol, escritas no quadro:

- Mercúrio = 57,97 milhões de km;
- Vênus = 108,16 milhões de km;
- Terra = 149,6 milhões de km;
- Marte = 228,0 milhões de km;
- Júpiter = 778,4 milhões de km;
- Saturno = 1.427,0 milhões de km;
- Urano = 2.869,6 milhões de km;
- Netuno = 4.496,6 milhões de km;

Nessa atividade, o Sol foi representado por uma esfera de isopor com aproximadamente 20,0 cm de diâmetro. Como o Sol possui um diâmetro real, aproximado, de 1,392 milhões de km, calculamos o fator de escala:

- $139.200.000.000 \text{ cm} / 20,0 \text{ cm} = 6.960.000.000$

De posse desse valor, fomos capazes de calcular as distâncias de cada planeta ao Sol na mesma escala de tamanho que a usada para representar o diâmetro solar. Esses cálculos foram realizados em sala, juntamente com os alunos. Durante a execução algébrica, o professor fazia menções de que nessa escala reduzida, porém fiel e proporcional à escala real, as distâncias dos planetas ao Sol, indicadas no quadro, seriam reduzidas para valores que caberiam no corredor da escola.

Ao final dos cálculos, as distâncias dos planetas em relação ao Sol obtidas nessa escala reduzida foram (valores aproximados):

- Mercúrio = 8,3 m;
- Vênus = 15,5 m;
- Terra = 21,4 m;

- Marte = 32,6 m;
- Júpiter = 111,2 m;
- Saturno = 204,0 m;
- Urano = 410,0 m;
- Netuno = 642,4 m;

As medidas das distâncias no corredor da escola ocorreram da seguinte forma: o professor considerou seu passo igual a 1 metro, aproximadamente. Isso foi debatido em sala e medido, com auxílio de uma régua escolar.

As medidas abaixo (em valores aproximados) foram adotadas na execução da atividade, a partir do Sol, que ficou fixo num determinado ponto do corredor:

- Mercúrio = 8 passos;
- Vênus = 16 passos;
- Terra = 21 passos;
- Marte = 33 passos;
- Júpiter = 111 passos;
- Saturno = 204 passos;
- Urano = 410 passos;
- Netuno = 642 passos;

A esfera de isopor, representando o Sol, foi fixada no final do corredor. A oito passos dados pelo professor, chegamos ao planeta Mercúrio. Um aluno sentou-se ali para marcar o ponto. Caminhamos mais oito passos e chegamos ao planeta Vênus. Novamente um aluno sentou-se no chão. A cinco passos à frente, chegamos ao planeta Terra. Nesse ponto, o professor-pesquisador fez menções a respeito de o “disco solar” do modelo de Sol representado pela bola de isopor, visto daquela posição, apresentar um diâmetro aparente (angular) igual ao diâmetro aparente do Sol real visto da Terra. Segundo relato de um estudante (extraído do diário de bordo dessa atividade):

“Nossa professor, é mesmo! Parece que está do mesmo tamanho.”

Avançando mais treze passos, chegamos ao planeta Marte. Nesse ponto, ocorreu um debate em torno das distâncias, conforme relato abaixo (extraído do diário de bordo):

“Professor, quantos vazios entre os planetas!”

Iríamos continuar a saga, porém um estudante fez o seguinte comentário (extraído do diário de bordo):

“Professor, acho que o próximo planeta não vai dar no corredor, teremos que ir para o pátio da escola!”

Realmente não daria, teríamos que seguir setenta e oito passos, assim concluiu (alunos e professor) que o melhor a se fazer seria continuar fora da escola, na rua. E assim foi feito até o planeta Saturno. Por questões de segurança (iluminação pública), decidimos parar aí.

Ficou claro, no debate, que os alunos não imaginavam o quão grande é o Sistema Solar (relacionado às distâncias), abaixo o relato de um estudante (retirado do diário de bordo dessa atividade):

“As distâncias entre os planetas são enormes, e há um espaço grande entre eles!”

A Figura 4 ilustra a realização dessa atividade.



Figura 4: Realização da atividade de construção de um modelo do Sistema Solar em escala real de distâncias no pátio da escola. Fonte: autor.

Aproveitando a atividade e o debate, o professor fez questão de alertar que, no próximo encontro, seria possível observar o planeta Saturno e a superfície da Lua, bem como uma estrela (Alfa do Centauro). Tudo isso no pátio da escola, utilizando um telescópio.

3.1.8 Observando o céu noturno com o telescópio

Nessa atividade o professor levou para o pátio da escola um dos telescópios portáteis do Observatório Astronômico da Universidade Federal do Espírito Santo (há uma indicação de como realizar esta atividade na seção A.8 do Apêndice A). Essa atividade causou grande euforia na escola. Ressalto aqui que, além dos alunos participantes da sequência didática, tivemos a participação de outros alunos. Os objetivos envolvidos nessa atividade podem ser listados da seguinte forma:

- O céu noturno do bairro como uma janela para observação do Universo;
- No céu noturno, além de estrelas é possível observar planetas;
- Reconhecimento do céu noturno com a utilização da carta celeste e do programa computacional *Stellarium*.

O professor-pesquisador propôs o seguinte roteiro de viagem pelo céu noturno visto da escola:

- Visualização do Planeta Saturno;
- Visualização da estrela Alfa do Centauro;
- Visualização da superfície da Lua;

Ao citar os corpos celestes que seriam observados pelo telescópio, um estudante perguntou como isso seria possível, a transcrição foi extraída do diário de bordo dessa atividade:

“Professor, como descobrir os planetas e as estrelas se são apenas pontos?”

A resposta dada pelo professor pesquisador foi:

“Utilizando uma carta celeste ou o programa Stellarium, lembra dele?”

O primeiro corpo celeste a ser apresentado foi o planeta Saturno, que antes era tido como uma estrela pelos estudantes. A reação, da maioria dos alunos, foi de extremo espanto. Algumas falas dos estudantes que ilustram esse momento foram (a transcrição foi extraída do diário de bordo):

“Nossa, que nem nos desenhos animados!”;

“Olha o anel, só tinha visto em livros de ciências!”.

Após o Planeta Saturno, o professor-pesquisador apontou o telescópio para estrela Alfa do Centauro. Antes da visualização dos alunos, o professor chamou a atenção para um fato:

“Daqui, vocês conseguem observar apenas um ponto luminoso, mas ao observar pelo telescópio, vejam!”.

Os alunos ao observarem, logo notaram que na realidade eram dois pontos luminosos. Nesse momento o professor explicou que Alfa do Centauro é na realidade um sistema triplo, e que, pelo telescópio, podem ser observadas duas

estrelas. A terceira é bem menos brilhante e fica mais distante das outras duas, sendo de difícil observação com um telescópio pequeno.



Figura 5: Sessão da observação do céu noturno com telescópio no pátio da escola. Fonte: autor.

O último objeto a ser visualizado foi a Lua. Nela os alunos puderam vislumbrar as crateras e toda a sua beleza. Conforme depoimentos dos estudantes nesse momento, retirados do diário de bordo:

“Professor! Achava que a Lua fosse lisinha.”;

“Como ela é linda!”.

3.1.9 Visita ao Planetário de Vitória

A visita ao Planetário de Vitória, localizado no *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo, foi a última atividade da sequência didática (há na seção A.9 do Apêndice A informações a respeito do Planetário de Vitória). A sessão apresentada aos alunos foi fundamentada nos objetivos da sequência didática, tendo como tema básico a localização de nossa posição no Universo. O objetivo dessa atividade foi:

- Apresentar ao aluno um espaço não formal de ensino;
- Resumidamente, rever os principais tópicos de Astronomia trabalhados na sequência didática, enfatizando a nossa localização no contexto cósmico;

Nessa sessão as planetaristas provocaram a todo instante os alunos, com várias perguntas e questionamentos, tornando aquele momento muito interativo.

No final da apresentação da sessão houve um minicolóquio (aproximadamente 10 minutos) do professor Sergio Bisch, com o tema “O céu, nossa janela para o Universo”, que procurou sintetizar o que havia sido trabalhado com os estudantes durante toda a sequência.

3.1.10 Encerramento da sequência didática

Com a visita ao Planetário, se encerraram as atividades de ensino da sequência. No último encontro o professor-pesquisador pediu aos estudantes que respondessem novamente às mesmas questões do questionário inicial (Qi), aplicado no início da sequência, sendo esta segunda aplicação denominada Qf (questionário final).

Dois meses depois, os estudantes também foram convidados a participar de uma entrevista cujo objetivo, assim como o do questionário Qf, foi colher informações que subsidiassem uma avaliação acerca da aprendizagem, de eventuais mudanças conceituais e de visão acerca do céu, do Universo e de nossa posição dentro dele por parte dos estudantes, decorrentes de sua participação nas atividades da sequência didática “Nossa Posição no Universo”. Nas seções a seguir são descritas, em maior detalhe, como foram feitas a coleta e análise desses dados.

3.2 METODOLOGIAS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Ao longo das atividades da sequência didática foi produzido um diário de bordo com o intuito de acompanhar e registrar o desenvolvimento das mesmas. Esse diário de bordo foi constituído por “memórias” de fatos, pequenos trechos e situações que chamaram a atenção do professor-pesquisador em cada etapa de desenvolvimento da sequência.

Com a finalidade de efetivar um levantamento das concepções iniciais dos estudantes e verificar a aprendizagem promovida pelo desenvolvimento da sequência, conforme já indicamos, inicialmente foi aplicado um questionário, que chamamos Qi (questionário inicial), envolvendo questões abertas e fechadas e, ao término da sequência, o mesmo questionário foi reaplicado, ao qual denominamos questionário Qf (questionário final).

As questões fechadas, de múltipla escolha, dos questionários foram utilizadas para se obter uma noção acerca das concepções iniciais dos estudantes antes da realização da sequência.

As análises das questões abertas ou semiabertas dos questionários Qi e Qf foram feitas por meio de uma análise de conteúdo, envolvendo uma categorização das respostas procurando evidenciar se houve uma evolução das mesmas no sentido de uma maior aproximação da visão científica acerca dos conteúdos abordados.

Dentro da perspectiva ausubeliana, para que se tenha uma aprendizagem significativa, o significado recentemente adquirido deve se tornar uma parte integral de um sistema ideacional particular do aprendiz (AUSUBEL et al., 1980, p.121). Assim, buscando verificar indícios dessa aprendizagem, uma entrevista semiestruturada foi realizada aproximadamente dois meses após o encerramento das atividades da sequência didática. A análise dessa entrevista ocorreu, novamente, por meio de uma categorização das respostas segundo sua maior ou menor aproximação da interpretação científica acerca do Universo e de nossa posição dentro dele.

Os dados coletados por meio dos questionários antes e depois da aplicação da sequência, somados à entrevista semiestruturada e às anotações feitas no “diário de bordo” constituíram o material básico utilizado pelo professor-pesquisador em sua investigação acerca de indícios de uma aprendizagem significativa ensejada pela realização da sequência didática “Nossa Posição no Universo”. Nas seções a seguir descrevemos, de forma mais detalhada, os procedimentos metodológicos utilizados nessa coleta e análise de dados.

3.2.1 Os questionários, a entrevista semiestruturada e a análise de conteúdo

Como primeira etapa da sequência didática, os estudantes foram convidados a responderem a um questionário (pré-teste) Qi composto por 19 questões (apresentadas na seção A.3), doze delas contendo perguntas, ou itens em aberto (questões de 1 a 12), para serem respondidos por escrito, da forma que os estudantes achassem melhor. As demais foram questões fechadas, de múltipla escolha (questões de 13 a 19) que auxiliaram no levantamento das concepções iniciais dos estudantes. Todas as questões eram fundamentadas nos objetivos propostos pela sequência. Depois da execução das atividades de ensino da sequência, os estudantes foram convidados a participarem do pós-teste, respondendo ao questionário Qf, idêntico ao do pré-teste.

Procurou-se analisar as questões abertas desses questionários utilizando as técnicas de *análise de conteúdo*.⁶ Bardin (2006) as descreve da seguinte forma:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo, das mensagens. [...] a intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção ou, eventualmente, de recepção, inferência esta que recorre a indicadores, quantitativos ou não. (BARDIN, 2006, p.38).

O método da análise de conteúdo é uma ferramenta para a compreensão da construção de significado que os alunos exteriorizaram em suas respostas às questões propostas, o que contribuiu para o entendimento das representações e a interpretação que fizeram dos significados da matéria de ensino.

A primeira parte do processo da análise consiste em estar de posse e organizar os dados que foram coletados, no caso deste trabalho, a partir das respostas dos estudantes às questões abertas dos questionários aplicados como pré e pós-teste e nas entrevistas semiestruturadas realizadas ao final.

De posse dos dados, ocorre a interpretação e categorização das informações observadas, para depois chegar à etapa da conclusão.

Três etapas assinaladas por Bardin (2006) são consideradas pilares essenciais nos trabalhos com análise de conteúdo e são explicadas por Triviños (1987) da seguinte forma:

- *A pré-análise*: organização do material obtido por meio da coleta de dados, bem como outros materiais que podem ajudar a entender o fenômeno e fixar o “corpus da investigação”, ou seja, a especificação do campo que o pesquisador deve centrar suas atenções;
- *A descrição analítica*: o material reunido constitui o “corpus da investigação”, sendo orientado em princípio pelas hipóteses e pelo referencial teórico, surgindo nessa fase “quadros de referências” onde se busca sínteses coincidentes e divergentes de ideias.
- *A inferência e interpretação*: esta etapa é destinada ao tratamento dos resultados; ocorre nela a condensação e o destaque das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais; é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica.

Triviños (1987) ainda salienta que deve ocorrer interação dos materiais, não devendo o pesquisador restringir sua análise ao conteúdo manifesto nos documentos, assim a proposta é aprofundar na análise e desvendar o conteúdo latente, revelando ideologias e tendências dos fenômenos que se analisa.

Em suma, não é possível fazer a inferência se não houver um domínio básico das teorias que estão alimentando o conteúdo das mensagens.

Ainda referindo-se ao princípio da análise de conteúdo, Bardin (2006) defende:

As técnicas de análise de conteúdo adequadas ao domínio e ao objetivo pretendidos têm que ser reinventadas a cada momento, exceto para uso simples e generalizados, como é o caso do escrutínio próximo da decodificação e de respostas a perguntas abertas de questionários cujo conteúdo é avaliado rapidamente por temas (BARDIN, 2006, p.31).

Ficou claro que é de extrema importância o conhecimento da realidade estudada assim como a sensibilidade de captar detalhes dos quais estão carregados os conceitos que são exteriorizados.

Mediante a análise de conteúdo das respostas ao pré-teste (questionário Qi), foi possível ter uma ideia das concepções prévias dos alunos, o que foi um passo fundamental no desenvolvimento das atividades, pois, de posse dessas informações, pode-se adaptar a elas a metodologia e as dinâmicas das atividades

apresentadas. Conforme preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (1980), o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, cabendo o professor identificar isso e ensinar de acordo. Dê posse dessas informações, pode-se acompanhar a evolução das mesmas, permitindo avaliar a eficácia da sequência didática, verificando se a mesma provocou algum aprendizado significativo.

De uma maneira geral, o conjunto de perguntas do questionário inicial teve como objetivo o levantamento das concepções dos estudantes acerca do que é possível ver no céu, a olho nu, quando o mesmo é observado à noite; como se organizam no espaço os principais componentes do universo visível; qual é a nossa posição dentro dele, tanto no espaço como no tempo, esta última por meio de uma comparação entre o tempo de existência do universo com o de uma vida humana, e, primordialmente, quanto ao entendimento de que o céu noturno é a nossa janela para o universo.

Nos mesmos moldes do pré-teste, o pós-teste contou com o mesmo conjunto de perguntas, dezenove ao todo, sendo doze questões abertas, ou com itens em aberto, e sete fechadas.

Os alunos receberam o questionário e começaram a responder. O tempo médio gasto para responder foi de aproximadamente 30 minutos.

Após a entrega, o professor agradeceu encarecidamente cada aluno.

No mês de novembro, dois meses após o encerramento das atividades da sequência didática, ocorreu uma entrevista semiestruturada, cujo roteiro é apresentado na seção A.10 do Apêndice A, que procurou abordar conteúdos relacionados aos principais objetivos da sequência, em oito perguntas.

A entrevista ocorreu na biblioteca da escola, num ambiente de silêncio, propiciando uma entrevista agradável. Foi utilizado para registro desse bate-papo apenas um gravador de voz.

As entrevistas ocorreram após o recreio escolar, por volta da 10 horas da manhã. O professor-pesquisador solicitou, durante o recreio escolar (na sala dos professores), a permissão de retirar os alunos, essa permissão foi prontamente atendida.

O convite para participar dessa entrevista foi realizado pessoalmente pelo professor-pesquisador (solicitando a permissão da gravação bem como a sua transcrição), sendo prontamente aceito por cada um dos estudantes participantes.

Já na biblioteca, antes de começar prontamente a entrevista, o professor fez algumas perguntas, do tipo: “como tem passado?”, “e os estudos?”, “preparado para a realização do ENEM?” etc., para descontrair e deixar o(a) estudante mais a vontade.

Na média, a entrevista de cada aluno durou cerca de 12 minutos.

4 RESULTADOS

A partir dos dados coletados por meio dos questionários e entrevistas foi possível obtermos informações acerca dos conhecimentos prévios dos alunos sobre Astronomia, bem como contrapô-los com os possíveis novos conceitos subsumidos à estrutura cognitiva durante a aplicação do material potencialmente significativo na sequência didática. Na presente seção apresentamos os resultados obtidos a partir da análise desses dados.

Toda a análise de dados coletados foi feita nos restringindo ao grupo de 14 alunos que participaram de todas as etapas da sequência didática, os quais constituíram a amostra que analisamos.

4.1 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

As perguntas do questionário diagnóstico, que foram respondidas por escrito pelos estudantes, encontram-se apresentadas na seção A.2 do Apêndice A. Basicamente, os dados dessa entrevista serviram para informar e apresentar o “perfil” do aluno diante do Ensino de Astronomia.

As perguntas foram simples e diretas (respostas “sim” ou “não”). Nessa análise vamos usar a nomenclatura: Q.1 (questão 1), Q.2 (questão 2) e assim sucessivamente até a oitava questão (Q.8). O gráfico 1 apresenta as respostas dos alunos ao questionário diagnóstico:

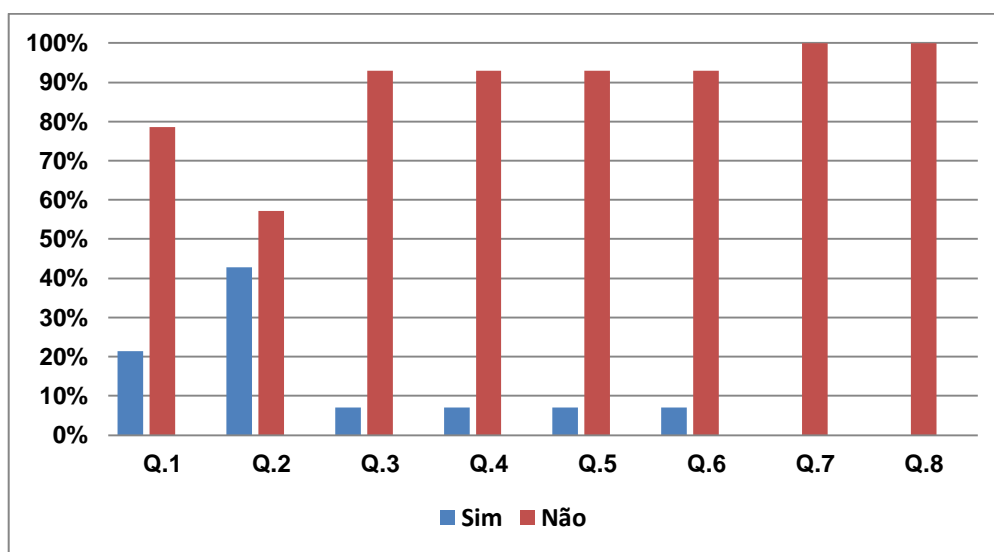


Gráfico 1: Frequência percentual das respostas dos questionários diagnósticos.

Quando o aluno foi perguntado acerca de sua participação em algum projeto referente à Astronomia (Q.1), quase 80% disseram “não”; reformulando o questionamento e se referindo à sua vida escolar (Q.2) (os alunos eram do 3º ano do Ensino Médio, ou seja, concluintes) aproximadamente 60% dos alunos responderam “não”, evidenciando que, em algum momento, cerca de 40% dos alunos tiveram contato com possíveis atividades da Astronomia no Ensino Fundamental.

As perguntas de Q.3 a Q.8 estão intimamente ligadas às atividades da sequência didática e referem-se à utilização do telescópio (“Já utilizou um telescópio?”) e se conheciam o Planetário de Vitória ou o Observatório Astronômico da UFES e se há haviam feito alguma visita ao Planetário ou Observatório. As respostas indicam que mais de 90% dos estudantes nunca tinha tido contato com um telescópio e tampouco acesso ao Planetário de Vitória ou o Observatório Astronômico da UFES. As atividades extraclasse que foram propostas pela sequência didática eram inéditas à maioria dos estudantes.

4.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS

Nas duas subseções a seguir, apresentamos os resultados obtidos mediante análise das respostas aos questionários Qi e Qf, com ênfase na comparação entre o “antes” e o “depois” da sequência didática nas questões abertas e semiabertas.

Nas respostas às questões abertas e semiabertas usaremos, como nomenclatura, a letra “E”, de “estudante”, seguida de um número, de 1 a 14, como código para eventualmente identificar o estudante que formulou uma dada resposta específica, dentre os 14 que constituem o universo da pesquisa.

4.2.1 Análise das respostas às questões abertas e semiabertas

A primeira pergunta aberta do questionário foi:

1) O que é possível ver no céu quando olhamos para ele numa noite escura e sem nuvens?

A frequência percentual das respostas dadas a ela, antes e após a realização das atividades da sequência, é apresentada no Gráfico 2.

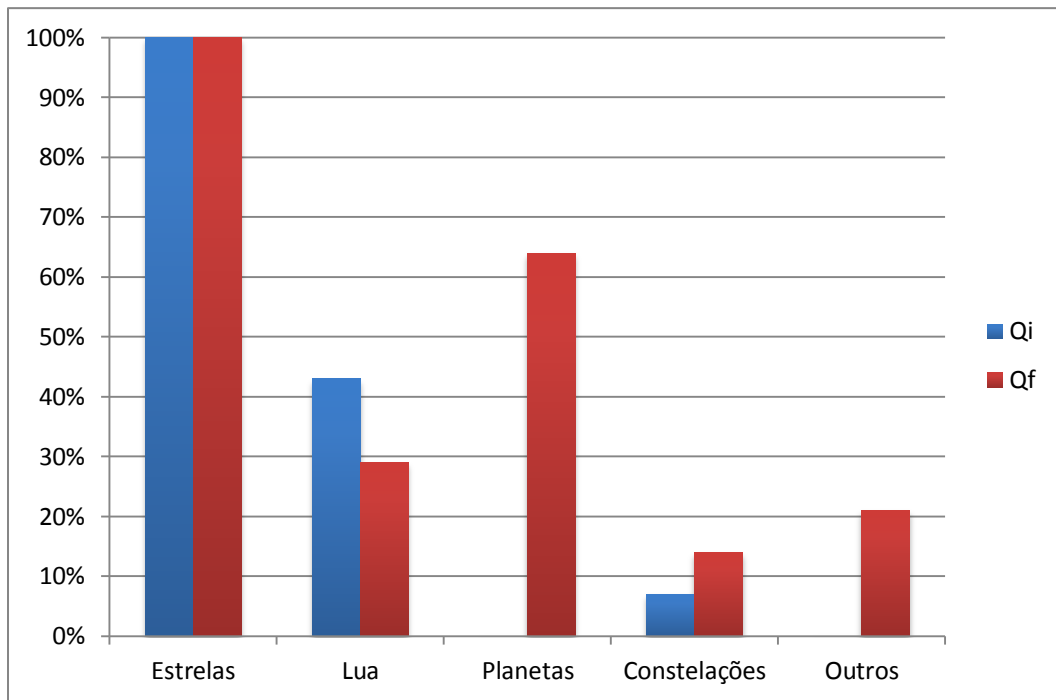


Gráfico 2: Frequência percentual das citações dos corpos celestes: estrelas, Lua, planetas, constelações e outros, nos questionários Qi e Qf.

É possível notar que, inicialmente, os alunos tinham a concepção de um céu noturno composto, quase exclusivamente, por estrelas e a Lua, com apenas uma citação a constelações, e não havendo qualquer menção quanto à possibilidade de observação de algum planeta. Algumas respostas típicas a esta questão no questionário inicial foram:

E2: *“Várias estrelas, algumas com mais facilidade do que outras”;*

E6: *“Vemos algumas estrelas e a Lua”;*

E11: *“Apenas estrelas.”*

Conforme o Gráfico 2 é possível perceber uma nítida mudança na concepção dos estudantes quando se compara as respostas ao Qi (questionário inicial) com ao Qf (questionário final). Após a sequência, o céu noturno dos estudantes se tornou muito mais rico, com a inclusão, nas respostas dos alunos, dos planetas (64%). Há também a citação de satélites e “um pedaço da Via Láctea”, incluídos na categoria “Outros”.

A inclusão dos planetas nas respostas dos alunos já era esperada, visto que foram realizadas atividades observacionais, a olho nu e com a utilização de telescópio, do céu noturno, nas quais um dos pontos altos foi o registro e observação de Saturno.

A segunda pergunta aberta foi:

2) *Para você, o que é uma constelação?*

As respostas iniciais dos alunos “giravam” em torno da ideia e chavão muito utilizado de que uma constelação seria “um conjunto de estrelas”, conforme ilustram as respostas abaixo:

E6: *“É um conjunto de estrelas que fica no céu.”*

E12: *“Um conjunto de estrelas.”*

Nas respostas finais, o conceito tradicional de constelação, como associada a alguma figura mitológica, também é citado.

E6: *“É um conjunto de estrelas onde, para os humanos, elas reunidas, formam algum tipo de desenho, sinal ou mensagem.”*

E12: *“É o conjunto de estrelas formando uma determinada figura no Céu.”*

Bem como uma noção mais próxima da concepção científica atual, utilizada pelos astrônomos, de uma constelação ser um lugar ou região do céu (esfera celeste), onde se situam as estrelas:

E13: *É uma área totalmente definida da esfera celeste.*

Na Tabela 1, a seguir, é apresentada a frequência percentual das respostas “antes” (Qi) e “depois” (Qf) de acordo com essas categorias: respostas que se referem às constelações apenas como sendo um conjunto ou agrupamento de estrelas; respostas que, além de se referirem à constelação como um conjunto de estrelas também mencionam que a este conjunto é associada um desenho ou figura e respostas que se referem às constelações como sendo lugares ou regiões do céu.

Categorias de respostas	Qi	Qf
Uma constelação é considerada apenas um conjunto, agrupamento ou cadeia de estrelas juntas.	71%	64%
Uma constelação é um conjunto de estrelas que forma uma figura, ou desenho no Céu.	0%	21%
Uma constelação é uma dada região ou lugar do céu onde ficam as estrelas	0%	14%
Não responderam	29%	0%

Tabela 1: Frequências percentuais das respostas dos alunos à pergunta sobre o que é uma constelação.

Com o auxílio da Tabela 1 pode-se perceber que, após a aplicação da sequência didática, nenhum dos estudantes deixou de responder à pergunta e houve uma maior aproximação das respostas à concepção astronômica atual, como sendo uma dada região bem delimitada do céu, e da concepção tradicional de constelação, associada a figuras, em geral mitológicas. Conforme Oliveira Filho e Oliveira (2013, p. 6):

Constelações são agrupamentos aparentes de estrelas, os quais os astrônomos da antiguidade imaginaram formar figuras de pessoas, animais ou objetos. Numa noite escura, pode-se ver entre 1000 e 1500 estrelas, sendo que cada estrela pertence a alguma constelação. As constelações nos ajudam a separar o céu em porções menores, mas identificá-las é em geral muito difícil.

A terceira pergunta dos questionários foi:

3) *Você sabe identificar alguma constelação no céu? () Não () Sim. Qual(is)?*

Os dados coletados no questionário inicial (Qi) indicam que mais de 80% dos alunos não sabiam reconhecer nenhuma constelação no céu noturno. Vale ressaltar que aproximadamente 71% dos alunos indicaram, no questionário inicial, saber “o que é” uma constelação (seria um conjunto de estrelas), porém não sabiam identificar nenhuma no céu. O que parece indicar que o conceito inicial, de constelação como sendo um agrupamento de estrelas, consistia apenas de um chavão que era

repetido, sem o estabelecimento de qualquer relação com o céu real, parecendo indicar, portanto, uma aprendizagem meramente mecânica.

O Gráfico 3 apresenta os percentuais de respostas a essa pergunta antes (Qi) e depois (Qf) da sequência didática, bem como os percentuais de respostas que indicaram o nome de uma das três constelações citadas (Cruzeiro do Sul, Órion e Escorpião), bem como o de um asterismo² (as Três Marias).

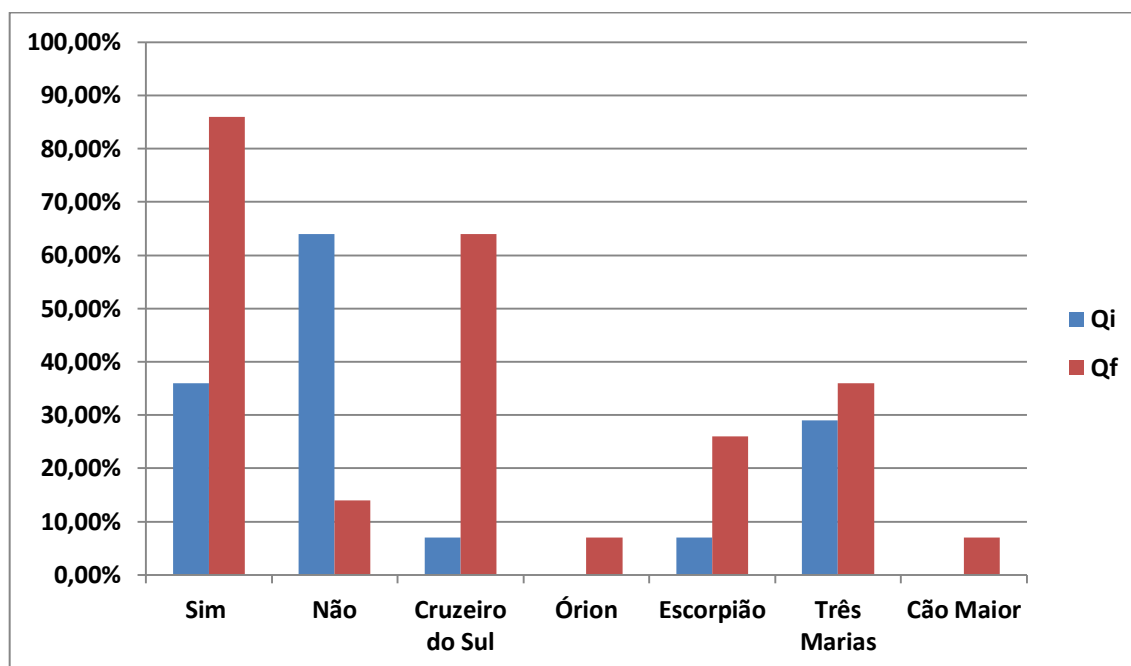


Gráfico 3: Percentuais de respostas “Sim” ou “Não” e de citação de alguma constelação ou asterismo capaz de ser reconhecido pelos estudantes no céu noturno, antes (Qi) e depois (Qf).

O gráfico 3 demonstra claramente que após a aplicação da sequência didática os alunos indicaram saber identificar uma quantidade maior de constelações, especialmente a do Cruzeiro do Sul, que foi trabalhada dentro das atividades práticas de observação do céu, mas também houve a inclusão de outras, como as constelações do Escorpião, Órion e Cão Maior. Possivelmente isso ocorreu devido aos debates com os alunos, quando o professor fez referência à constelação do Escorpião, citando que ela é característica da estação do inverno, e que, como

² Um “asterismo” é um conjunto de estrelas que, unidas de forma imaginária, nos fazem lembrar uma figura desenhada no céu. Ele pode fazer parte de uma constelação oficial (que é uma área do céu bem definida e delimitada, utilizando coordenadas, conforme definição dada pela União Astronômica Internacional) ou ser composto por estrelas de mais de uma constelação.

estávamos no inverno, era a Constelação característica desta estação. Foi citado também um pouco da mitologia nos debates, tendo Órion como caçador, e as Três Marias (tão conhecidas no popular) como o seu cinturão.

Foi possível perceber que, pouco a pouco, o céu dos alunos foi tomando um significado mais próximo daquele que a Astronomia ensina.

A quarta questão foi sobre a possibilidade de visualização de algum planeta no céu noturno:

4) *Você acha que é possível ver algum planeta quando olhamos para o céu noturno a olho nu? () Não () Sim. Qual(is)?*

No questionário inicial (pré-teste Qi) a concepção quase unanimemente demonstrada foi a de que não, ou seja, para estes alunos, no céu noturno, além da Lua, só era possível observar estrelas, sendo que, dos quatro estudantes que responderam “Sim”, três deram respostas inconsistentes: um respondeu “*As Três Marias*”, aparentemente denotando uma confusão entre planeta e estrela, e dois mencionaram o planeta Netuno, o último dos planetas e que não é visível a olho nu. O quarto respondeu: “*A estrela mais acesa*”, parecendo se referir, corretamente, ao planeta Vênus, popularmente conhecido como sendo a Estrela D’Alva, que, depois da Lua, costuma ser o astro mais brilhante do céu noturno.

Aparentemente, a concepção prévia da maioria dos estudantes seguia o senso comum de que todos os pontos brilhantes que aparecem no céu noturno são estrelas. No Gráfico 4 são apresentadas as porcentagens das respostas dos quatorze alunos à pergunta.

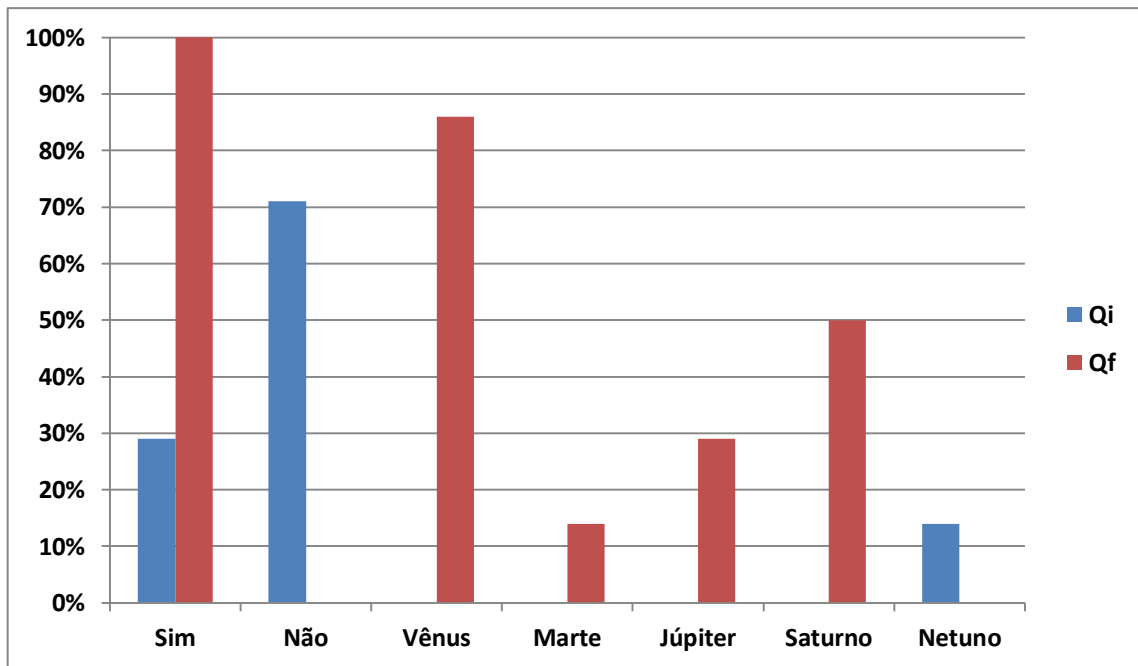


Gráfico 4: Percentual de respostas dos estudantes, antes (Qi) e depois (Qf), à pergunta acerca da possibilidade de se observar planetas a olho nu no céu noturno.

Fica evidente, pelo Gráfico 4, que, inicialmente, 70% dos alunos acreditavam que no céu noturno não era possível ver planetas a olho nu. Após a aplicação da sequência didática, onde havia várias atividades voltadas à observação a olho nu e com a utilização de telescópio, já era de se esperar que, no mínimo, essas porcentagens dos incrédulos diminuíssem, e foi o que ocorreu. No questionário final o cenário muda completamente, e todos admitem que seja possível observar planetas no céu noturno (primeira barra vermelha).

Em resposta ao item que perguntava sobre quais planetas seriam visíveis a olho nu, mais de 60% dos alunos citaram pelo menos um planeta, ou mais de um, especialmente os dois – Saturno e Vênus – que foram observados a olho nu ou com o telescópio, no caso de Saturno, indicando que a mudança de conceitos ocorreu, pois antes “não se observava” e depois “posso observar”, tanto a olho nu como com a utilização do telescópio.

Reforçando a pergunta anterior, a quinta pergunta indagava ao aluno da seguinte forma:

5) *Todos os pontos brilhantes que são visíveis a olho nu no céu noturno são estrelas? () Sim () Não. Neste caso, o que eles podem ser?*

Aproximadamente 70% de alunos acreditavam, inicialmente, que os pontos brilhantes observados no céu noturno eram somente estrelas, não havendo possibilidade de se observar nenhum planeta. Dos quatro estudantes (cerca de 30%) que inicialmente responderam “Não”, que nem todos os pontos brilhantes seriam estrelas, os mesmos dois (E3 e E12) que, na questão anterior, haviam respondido, incorretamente, que o planeta Netuno seria visível a olho nu, indicaram, de maneira coerente com esta sua resposta anterior, que os pontos brilhantes do céu noturno poderiam ser planetas. Dos outros dois estudantes que responderam “Não”, um indicou que os pontos brilhantes poderiam ser “Um avião, alguma coisa” e outro, não deu qualquer resposta (as transcrições de todas as respostas aos questionários acham-se na seção B.1 do Apêndice B).

O Gráfico 5, a seguir, traz mais informações:

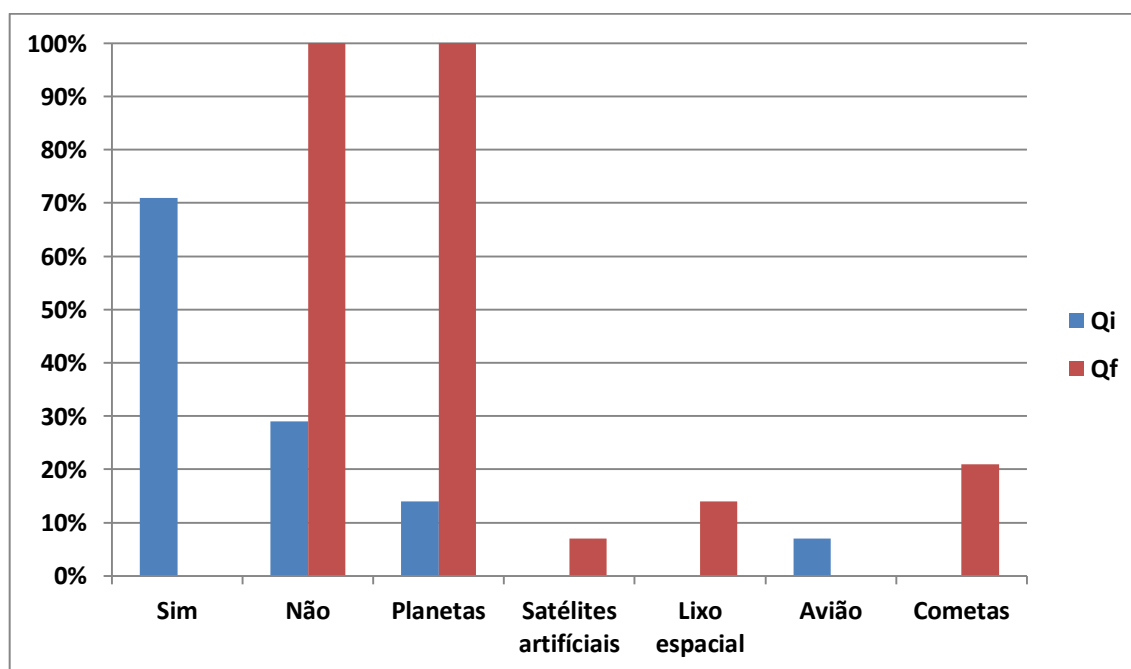


Gráfico 5: Percentual das respostas dos alunos antes (Qi) e depois (Qf) quando indagados se todos os pontos brilhantes no céu noturno são estrelas e, caso não o fossem, o que seriam.

Novamente fica evidente que a concepção prévia da maioria dos alunos era a de que, além da Lua, o céu noturno era composto apenas por estrelas, não havendo a possibilidade de se observar nenhum planeta, ou seja, uma concepção de céu noturno tipicamente realista ingênua (BISCH, 1998, p. 12-14).

Após a aplicação da sequência didática, observa-se, contudo, que a concepção de um céu noturno em que há “apenas estrelas” parece mudar completamente,

passando para “pode-se observar também planetas”, de maneira aparentemente unânime, já que, pelo que podemos perceber no Gráfico 5, no questionário final todos responderam “Não” e citaram que alguns dos pontos brilhantes poderiam ser planetas, bem como alguns outros objetos só citados neste questionário final, como meteoros, cometas, satélites e lixo espacial. Ou seja, novamente observa-se uma mudança de conceito: o céu do aluno, no seu entendimento, passa a ter outros elementos, além das estrelas.

Vale ressaltar que, durante a aplicação da sequência didática, conforme relatado nas seções 3.1.4 e 3.1.8, os alunos realizaram atividades especialmente voltadas à observação do céu, tanto a olho nu como com a utilização de telescópio. Ainda houve um encontro com a utilização do programa *Stellarium* (seção 3.1.5) que simulou o céu noturno e evidenciou que uma das “estrelas” registradas na atividade “Observando o céu noturno a olho nu”, que os alunos achavam que fosse uma estrela, era, na realidade, o planeta Saturno.

A sexta pergunta foi:

6) *O que é uma estrela?*

Analisando as repostas, ficou evidente, pelos resultados indicados na Tabela 2, onde se vê que 50% dos alunos inicialmente não deram qualquer resposta à pergunta, que havia pouco conhecimento prévio a respeito da natureza das estrelas. Os que deram alguma resposta inicial se referiram apenas ao fato de uma estrela ser um corpo celeste (14%) ou de que ela seria um corpo luminoso (36%).

O tema “estrelas” foi abordado tanto dentro da sala de aula, no momento da sessão dos curtas-metragens e nas atividades de observação (olho nu e com telescópio)

Categorias de respostas	Qi	Qf
Corpo celeste ou fonte que emite luz	36%	57%
Um corpo, astro ou corpo celeste (sem nenhuma outra especificação)	14%	7%
Formada de plasma ou gasosa	7%	36%
Não responderam	50%	7%

Tabela 2: Categorização das repostas dadas pelos alunos à pergunta: “O que é uma estrela?”.

Observa-se que as respostas dos alunos se aproximaram mais do que a Astronomia entende como “estrela” (um astro que emite luz e é formado por gases ou plasma) no questionário final (Qf) do que no questionário inicial (Qi). Outro ponto importante é o de que, no questionário final (Qf), apenas um aluno (7%) deixou de responder ao questionamento. Abaixo segue a transcrição de algumas respostas dos alunos que ilustram bem essa evolução de concepção:

Estudante E6:

No questionário inicial (Qi): sem resposta.

No questionário final (Qf): *“Um ponto luminoso no céu, onde cada qual tem o seu brilho, o seu tamanho e distância, podendo ser facilmente confundida com outros corpos que circulam no Céu.”*

Estudante E13:

No questionário inicial (Qi): sem resposta.

No questionário final (Qf): *“É uma grande e luminosa esfera de plasma, mantida pela gravidade.”*

Como os dados da Tabela 2 e essas respostas indicam, houve uma mudança de conceitos: as respostas dos alunos tornaram-se mais ricas e mais próximas da concepção científica.

A sétima questão foi:

7) *Você conhece o nome de alguma estrela? () Não () Sim. Qual(is)?*

Uma síntese das respostas obtidas e respectivas frequências percentuais é apresentada no Gráfico 6.

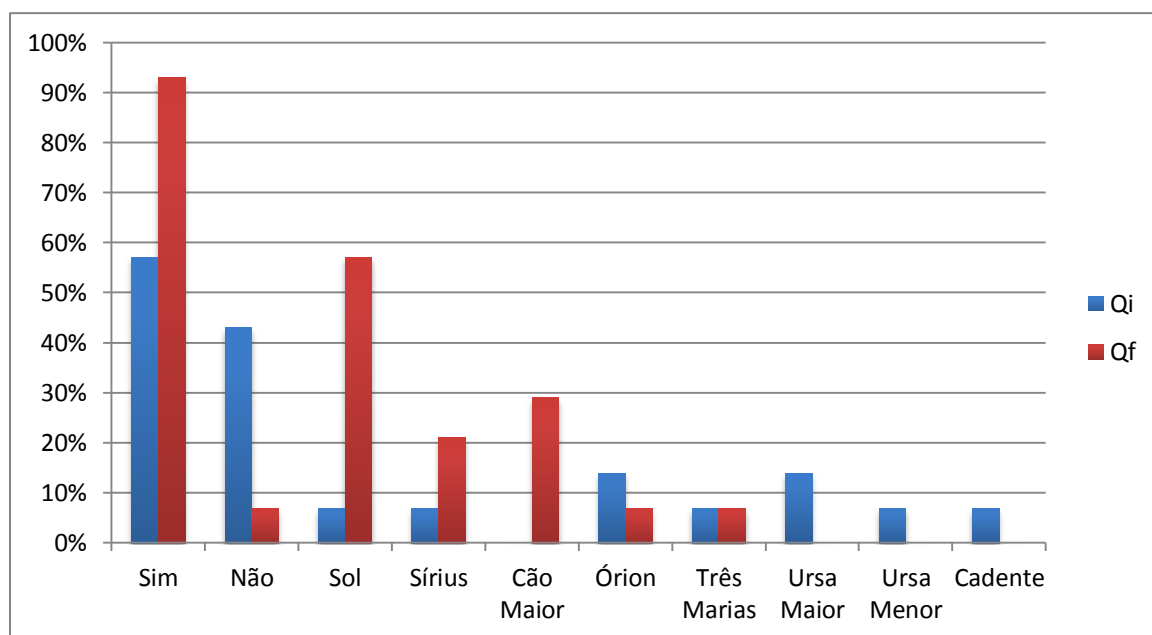


Gráfico 6: Frequências percentuais de respostas dos alunos à pergunta “Você conhece o nome de alguma estrela?” e dos respectivos nomes indicados em caso de resposta “Sim”.

Analisando o Gráfico 6, segundo os dados do questionário inicial (Qi), observa-se que, inicialmente, quase metade dos estudantes afirmaram não conhecer nenhum nome de estrela e, dos que responderam, a maioria citou nomes não de estrelas, mas de constelações ou de um asterismo (as Três Marias), sendo que também houve uma resposta curiosa: “cadente”, que denota um mal entendido entre o que seria o nome próprio de uma estrela e uma categoria de objeto – as popularmente chamadas “estrelas cadentes” – que não são estrelas de verdade, mas meteoros. Apenas dois alunos, inicialmente, deram respostas corretas: uma delas “Sol”, outra “Sírius”.

Esse resultado parece indicar uma grande falta de conhecimentos iniciais dos estudantes a respeito das estrelas, evidenciando uma confusão entre estrela e constelação que, de acordo com o senso comum, talvez faça sentido, como no caso da citação do asterismo “As Três Marias”, que, de acordo com o senso comum, pode ser interpretado como sendo o nome de três estrelas. Em especial, as respostas revelam um aparente desconhecimento de que o nosso Sol é uma estrela (apenas um estudante o citou), ou que, a princípio, ele não é lembrado como tal. Ao analisarmos a décima questão do questionário, veremos que, em resposta à pergunta direta: “O Sol pode ser considerado uma estrela?”, a quase totalidade dos estudantes, ainda no questionário inicial, responderam afirmativamente, o que

parece indicar que, embora não seja feita uma associação direta de significado entre o Sol e as estrelas, já existe, na mente dos estudantes, alguma relação estabelecida, talvez fruto de uma aprendizagem mecânica, já que um dos chavões mais presentes no ensino de Astronomia é o de que “O Sol é uma estrela de quinta grandeza” (BISCH, 1998, p. 225).

Após a aplicação da sequência didática, a quase totalidade dos estudantes afirmaram conhecer o nome de alguma estrela (apenas um estudante respondeu “Não”) e mais de metade citou o Sol, o que indica que a realização da sequência parece ter dado maior consciência e atribuição de significado ao fato de o Sol ser uma estrela, aproximando mais os conceitos de Sol e de estrela na mente dos estudantes, no sentido de uma *reconciliação integrativa* – um dos processos envolvidos na aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011) – entre ambos. Contudo, conforme é possível perceber no Gráfico 5, aparentemente ainda persistiu uma certa confusão entre as noções de estrela e constelação, pois ainda houve quatro respostas que citaram “Cão Maior”, uma resposta “Órion” e outra “Três Marias”, embora duas das que mencionaram o Cão Maior (E4 e E6) escreveram: “Sírius, Cão Maior”, o que pode significar que eles estivessem se referindo apenas à estrela Sírius, situada na constelação do Cão Maior. De qualquer forma, a comparação entre as respostas iniciais e finais parece indicar, novamente, uma mudança no sentido de uma maior aproximação da concepção científica. Neste caso, acerca do que seriam as estrelas e, em especial, de que o Sol é uma estrela.

A oitava pergunta foi:

8) *O que seria a Lua para você?*

Conforme pode-se verificar na Tabela 3, inicialmente 57% dos alunos responderam que a Lua é “Um satélite natural”, ou é “Um satélite natural da Terra”, porém 29% (4 estudantes) não responderam e ainda houve respostas de que ela seria uma estrela ou um planeta, evidenciando, mais uma vez, pouco conhecimento inicial com relação aos astros.

Categorias de respostas	Qi	Qf
Um satélite natural (da Terra)	57%	93%
Um satélite natural luminoso	0%	7%
Uma estrela	7%	0%
Um planeta	7%	0%
Outros	0%	7%
Sem resposta	29%	0%

Tabela 3: Respostas dos alunos à pergunta “O que seria a Lua para você?”.

Já no questionário final (Qf) 93% dos alunos expressaram a noção de que a Lua é “Um satélite natural”, ou “Um satélite natural da Terra”, e nenhum deixou de responder ao questionamento, revelando uma tendência de maior acordo com a visão científica.

A nona questão aberta foi:

9) *E o que seria um planeta?*

O que mais chama a atenção nos resultados obtidos a partir da categorização das respostas, indicada na Tabela 4, foi o alto índice de respostas em branco no questionário inicial, e um índice menor, mas ainda grande, mesmo no questionário final. Isso parece indicar, por um lado, que a conceituação de planeta é pouco difundida no ensino e parece ser quase inexistente no senso comum, e que, por outro, ela foi insuficientemente abordada durante a sequência.

Categorias de respostas	Qi	Qf
Não responderam	86%	43%
Um corpo com massa, ou constituído por sólidos, líquidos, gelos ou gases.	7%	29%
Um corpo que gira (ou orbita) em torno de uma estrela.	0%	21%
Um corpo, sem qualquer outra especificação	7%	7%

Tabela 4: Conhecimento dos estudantes do que seria um planeta.

Talvez isso se deva, em grande parte, ao fato de que uma conceituação mais precisa do que é um planeta, formulada pela União Astronômica Internacional (sigla

em inglês: IAU), só surgiu em 2006, a partir do debate acerca do *status* de Plutão, se ele deveria, ou não, ser considerado um planeta, sendo que esta “novidade” ainda é pouco abordada no ensino. Segunda a resolução B5 da Assembléia Geral da IAU realizada em 2006 (IAU, 2006) e também expresso em artigo de Steven Soter, na *Scientific American Brasil*:

[...] um planeta é um objeto que orbita uma estrela, é grande o suficiente para ter forma redonda e - o que é crucial - "limpou a vizinhança próxima à sua órbita". (SOTER, acesso em 02 out. 2014)

O que é possível perceber, a partir dos resultados apresentados na Tabela 4, é que, após a sequência, embora muitos ainda não tenham dado qualquer resposta, houve alguma aproximação da conceituação científica e maior *diferenciação* – no sentido dado a este termo no contexto da Teoria da Aprendizagem Significativa (seção 2.1) – do conceito de planeta, pois surgiram alguns relatos indicando que um planeta orbita uma estrela e menções acerca de sua variada composição.

A décima questão foi:

10) O Sol pode ser considerado uma estrela? () Sim () Não. Então o que seria o Sol?

Conforme já mencionamos ao analisar a sétima questão, em resposta à pergunta direta feita nesta questão: “O Sol pode ser considerado uma estrela?”, a quase totalidade dos estudantes respondeu afirmativamente: “Sim”. O que demonstrou que a maioria dos estudantes já fazia, inicialmente, uma associação entre as noções de Sol e de estrela. Embora, conforme já discutimos ao analisar a sétima questão, possivelmente sendo essa uma associação baseada em uma aprendizagem meramente mecânica, talvez ligada à memorização do chavão: “O Sol é uma estrela de quinta grandeza”, muito presente nos livros didáticos e no ensino tradicional.

Apenas um estudante (E9) respondeu “Não” no questionário Qi a esta pergunta, sem, contudo, saber explicar a razão de sua resposta. Segundo suas próprias palavras: “*Não sei o porquê.*”.

No questionário Qf, por sua vez, também apenas um estudante (E5), respondeu “Não” e, como explicação acerca do quê o Sol seria, apenas respondeu “um astro”. No caso desse estudante, aparentemente o efeito de sua participação na sequência foi o de “esquecer” a possível aprendizagem mecânica de que o Sol é uma estrela,

porém foi insuficiente para promover uma reconciliação correta entre estes conceitos.

A décima primeira questão consistiu numa pergunta totalmente em aberto:

11) O que você acha que é uma galáxia?

Assim como na questão que perguntava acerca do que era uma planeta, chama a atenção na análise das respostas desta décima primeira questão, cujo resultado é apresentado na Tabela 5, a falta inicial de respostas à pergunta: mais de 70% dos estudantes não a responderam no Qi.

Categorias de respostas	Qi	Qf
Conjunto de estrelas e planetas	14%	57%
Conjunto de estrelas, planetas e outros corpos (poeira, cometas)	7%	14%
Conjunto de sistemas de estrelas	0%	7%
Outros	7%	21%
Não responderam	71%	0%

Tabela 5: Concepções dos estudantes a respeito do que seria uma galáxia.

Esse resultado parece indicar que, assim como o conceito de planeta, também o de galáxia é pouco ensinado em escolas públicas, como a EEEFM Alzira Ramos, e não faz parte do senso comum de seus estudantes. Contudo também observa-se claramente a melhora das respostas dos alunos quando os questionários inicial (Qi) e final (Qf) são comparados. Ao final todos dão algum tipo de resposta, a maioria delas coerente com o conhecimento científico, ao indicar que uma galáxia seria um conjunto de estrelas, planetas e outros corpos objetos celestes, o que evidencia que o trabalho desenvolvido na sequência em grande parte atingiu seu objetivo quanto ao ensino deste conceito, pois a ideia de que uma galáxia engloba estrelas, planetas e outros objetos e de que fazemos parte de uma (a Via Láctea) foi trabalhada nas atividades desenvolvidas com os alunos, principalmente nas que envolveram as observações do céu. Abaixo, alguns exemplos interessantes:

Estudante E5:

- Resposta ao questionário inicial (Qi): *“Um conjunto de planetas e corpos estelares.”*;
- Resposta ao questionário final (Qf): *“Galáxia seria um conjunto de corpos celestes entre eles: estrelas, planetas, cometas, etc.”*

Estudante E6:

- Não respondeu o questionário inicial (Qi);
- Resposta no questionário final (Qf): *“Há uma infinidade de galáxias por todo o Universo. Cada uma com tamanhos e cores onde engloba planetas, milhares de estrelas e diversas coisas mais.”*

A décima segunda questão – a última a que nos referimos como “aberta”, uma vez que podia ser respondida de diversas maneiras – solicitava uma ordenação de vários locais/objetos componentes do Universo, começando com alguns bem próximos e familiares, como a sala de aula, a escola e o seu bairro, de acordo com sua distância ao ponto de partida de uma viagem imaginária que começaria na sala de aula e se prolongaria pelo espaço, se afastando cada vez mais. O intuito da questão era verificar a concepção dos estudantes quanto à estrutura espacial do Universo. Seu enunciado foi o seguinte:

12) Considere agora que você esteja se preparando para uma viagem espacial fantástica, rumo ao infinito, elevando-se na vertical e se afastando cada vez mais do seu ponto de partida, mas mantendo seu olhar sempre voltado na direção deste seu ponto de partida na superfície da Terra. Você partirá desta sala. À medida que você se distancia do chão da sala, da escola, do seu bairro, você perceberá que, devido ao aumento da distância, você verá os objetos ficando cada vez menores, mas, ao mesmo tempo, será capaz de ver uma região cada vez maior. Abaixo estão escritas algumas palavras que designam objetos ou regiões do nosso Universo de forma embaralhada. Coloque-as na sequência em que você, nessa sua viagem espacial, será capaz de ver os objetos ou regiões por inteiro, à medida se afasta:

Escola, sala de aula, aglomerado de galáxias, carteira escolar, bairro, Brasil, Espírito Santo, América do Sul, planeta Terra, Galáxia, Sistema Solar, Cariacica.

A tabela 6 informa o resultado obtido nesta questão em Qi e Qf :

Categoria de resposta	Subcategoria 1	Subcategoria 2	Qi	Qf
Sequência correta			43%	86%
Sequência incorreta	Faltando objetos	Faltando Galáxia	7%	7%
		Faltando aglomerado de galáxias	21%	7%
		Faltando planeta Terra, Sistema Solar e Galáxia	7%	0%
	Fora da ordem correta	Galáxia depois de aglomerado de galáxias	7%	0%
		Sistema Solar depois de Galáxia e aglomerado de galáxias	7%	0%
Não responderam			7%	0%

Tabela 6: Resultado das respostas à questão 12, que solicitava uma ordenação de objetos componentes do Universo de acordo com sua distância ao observador.

É possível perceber que houve o dobro de acertos no questionário final em comparação ao inicial, sendo que, os dois únicos erros cometidos no questionário final foram de omissão de um dos objetos da sequência e não na sua ordenação, o que indica que, de um modo geral, a sequência – durante cujas atividades a noção sobre os principais componentes do Universo visível e a sua organização foram devidamente discutidas e debatidas com os alunos – parece ter promovido uma aprendizagem consistente com a visão científica com relação à estrutura espacial de alguns dos mais importantes objetos do Universo.

Ao fim da análise feita nesta seção, de comparação entre as respostas dadas às questões abertas dos questionários inicial e final, pode-se claramente verificar uma aproximação da visão de universo do aluno com a fornecida pela Ciência. Tomando os termos da Aprendizagem Significativa, pode-se perceber, a partir dos resultados apresentados, que os subsunçores dos alunos tornaram-se mais diferenciados, com maior especificação de suas características.

4.3 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Objetivando avaliar a aprendizagem dos estudantes da EEEFM Alzira Ramos que participaram de toda a sequência didática, buscando verificar se tinham ocorrido mudanças com relação ao que eles imaginavam sobre o Universo e nossa posição dentro dele depois da realização da sequência didática e, em especial, buscando investigar indícios da ocorrência de uma almejada aprendizagem significativa, cerca de dois meses após a realização da última atividade da sequência, no dia 18/11/2013, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com cada um dos quatorze estudantes participantes.

A parte estruturada da entrevista envolveu a formulação de oito perguntas, às quais nos referiremos usando a nomenclatura: letra “P” (de “pergunta”) seguida de um número de 1 a 8 para a identificação de cada uma delas. Elas acham-se apresentadas na seção A.10 do apêndice A e serão transcritas ao longo da análise a ser feita a seguir. Todas as respostas dos alunos foram gravadas e suas transcrições são apresentadas na seção B.2 do Apêndice B. Para identificação dos estudantes, por sua vez, foi utilizada a nomenclatura: letra “E” (de “estudante”) seguida de um número de 1 a 14 para identificação da resposta dada por cada um dos 14 estudantes participantes

De maneira coerente com os objetivos da sequência e a realização da pretendida sondagem com relação à aprendizagem, as perguntas indagavam sobre: o que é possível ver a olho nu no céu e a composição do Universo (perguntas P1 e P2); a ordem de distâncias e tamanhos relativos dos principais componentes do Universo (P3 e P4); o tempo de uma vida humana comparada ao tempo cósmico (P5 e P6) e acerca de possíveis mudanças com relação ao que era inicialmente imaginado pelo estudante sobre o Universo e nossa posição dentro dele, após a realização da sequência didática (P7e P8).

As entrevistas foram realizadas na biblioteca da escola, um local tranquilo. Em média, cada entrevista durou 8 minutos. O professor-pesquisador procurou, inicialmente, acalmar cada aluno com uma conversa corriqueira para que a tensão com relação à entrevista, por parte do aluno, diminuísse e dessa forma pudesse ser conduzida tranquilamente.

A primeira pergunta da entrevista foi:

P1: Um aluno da EEEFM Alzira Ramos disse que, olhando para o céu do seu bairro a olho nu, numa noite sem nuvens, só é possível ver estrelas no céu. Você acha que ele está certo?

Todos os alunos demonstraram muita segurança ao responder “Não” a esta pergunta. Em sequência às suas respostas “Não” os alunos espontaneamente mencionaram outros corpos celestes, além das estrelas, que, segundo eles, é possível se observar no céu. A maior parte dos objetos citados foi trabalhada na sequência didática, demonstrando um “processo de ancoragem da nova informação” (MOREIRA, 1999, p. 153) ao subsunção “céu” e uma maior diferenciação deste conceito em relação ao conhecimento prévio manifestado pelos estudantes, conforme detectado nos questionários, de que no céu noturno “só se podia observar estrelas”. Como exemplo, podemos mencionar a resposta do estudante E14:

“Não, há condições de ver a Lua também, além dos planetas próximos da Terra, como Vênus, Júpiter, Marte e Saturno”.

A Tabela 7 indica os objetos que foram espontaneamente citados pelos estudantes como sendo visíveis no céu a olho nu, em complementação à resposta “Não” à pergunta P1.

Corpos celestes espontaneamente mencionados nas respostas à pergunta P1		Frequência percentual
Planetas	Planetas (de forma genérica)	100%
	Vênus	21%
	Júpiter	21%
	Saturno	21%
	Marte	7%
Lua		43%
Satélite artificial		14%
Galáxia		14%
Sistema solar		7%
Meteorito		7%
Constelações		7%
Outros (avião)		7%

Tabela 7: Objetos que foram espontaneamente citados pelos estudantes como sendo visíveis no céu a olho nu, em complementação à resposta “Não” à pergunta P1.

Observa-se que, diferentemente do ocorrido no pré-teste (Qi), todos os alunos afirmaram ser possível observar “planetas” sendo que 21% dos alunos recordaram alguns dos principais planetas “trabalhados” durante a aplicação da sequência didática: Vênus, Júpiter (apresentado “virtualmente” utilizando o programa Stellarium), Saturno (observados a olho nu e com auxílio do telescópio). A seguir, mais alguns exemplos de relatos dos alunos:

E2: *“Não, porque tem como ver planetas. Hoje por exemplo posso ver Júpiter. Olhando para o céu posso ver satélites, estrelas e planetas, não só estrelas.”*

E3: *“Está errado. Porque a gente pode ver outras coisas. Planetas, satélites a Lua. Estrelas também óbvio. Pode também haver casos de meteoritos”.*

E13: *“Para quem não tem conhecimento, sim, ao olhar só vai presenciar as estrelas, mas para quem tem conhecimento, sabe que dá para observar os planetas, o sistema solar”.*

As respostas dos alunos, como as citadas acima, evidenciam uma forte mudança, com relação às suas concepções iniciais, no sentido de uma maior aproximação de uma concepção de céu como sendo nossa janela para o Universo – um dos

principais objetivos da sequência –, janela na qual podem ser observados diversos tipos de astros que compõem o nosso universo, e não apenas estrelas.

A segunda pergunta da entrevista foi:

P2: Quais são os principais objetos (ou astros) que compõem o nosso Universo?

Na Tabela 8 são apresentados os objetos citados nas respostas a esta pergunta com as respectivas frequências percentuais:

Corpos celestes citados nas respostas à pergunta P2:	Frequência percentual
Estrelas	79%
Planetas	79%
Galáxias	71%
Sol	64%
Lua	57%
Sistema Solar	43%
Constelações	21%
Terra	14%
Aglomerado de estrelas	14%
Cometas	7%
Aglomerado (s/outra especificação)	7%

Tabela 8: Corpos celestes citados em resposta à pergunta P2 e suas respectivas frequências percentuais.

Mais de 70% dos os alunos reportaram que o Universo é composto por estrelas, planetas e galáxias, que efetivamente correspondem aos principais componentes do Universo (visível) segundo a visão científica. Alguns alunos foram além, citando outros corpos celestes. Abaixo a transcrição de algumas das respostas à pergunta P2:

E1: *“A Lua, o Sol, as Constelações, as Estrelas e os planetas”.*

E3: *“O Sol. Estrela, Planeta. O Sol é uma estrela, então, estrelas, planetas, deixe-me lembrar, Galáxias. Em ordem, Planetas, Estrelas, Galáxias e cometas”.*

E6: *“Fora de escala, Galáxias, planetas, estrelas, Aglomerados de estrelas, o sistema solar.”*

Vale ressaltar a abstração “cósmica” de alguns alunos, citando, por exemplo, “aglomerado de estrelas” e “galáxias”, demonstrando, aparentemente, que o referencial “cósmico” de alguns sofreu uma ampliação e mudanças significativas. A palavra “galáxia” apareceu na resposta de mais da metade dos entrevistados (78%).

Na Tabela 9 apresentamos uma categorização das respostas dos estudantes desde as mais completas, mais próximas da concepção científica, até as menos completas, sendo interessante ressaltar que nenhuma citou apenas objetos do Sistema Solar, parecendo evidenciar uma compreensão de que o Universo é bem mais amplo que o Sistema Solar.

Categorias de respostas	Frequência percentual
Objetos do sistema solar, estrelas e galáxias (planetas, estrelas e galáxias).	71%
Objetos do sistema solar e estrelas	21%
Objetos do sistema solar e galáxias	7%
Apenas objetos do sistema solar	0%

Tabela 9: Categorização das respostas à pergunta P2, desde as mais próximas da concepção científica até as menos completas.

A 3ª pergunta da entrevista foi:

P3: Desses objetos, relatados por você, qual o que fica mais perto da Terra?

A tabela 10 indica a frequência percentual das respostas dos estudantes quanto aos corpos celestes mais próximos da Terra.

Respostas	Frequência percentual
Lua	64%
Outros Planetas	36%

Tabela 10: Corpos celestes indicados em resposta à P3 como os mais próximos da Terra.

A Lua – resposta correta – foi indicada por 64% dos estudantes como o corpo celeste mais próximo da Terra. Apesar de a pergunta ser direta (qual o que fica mais perto da Terra?) as respostas foram além do que se perguntava e, em geral, foram indicados vários objetos em ordem de distância, do mais próximo da Terra ao mais distante (na concepção de cada estudante). Possivelmente isso ocorreu porque os

estudantes lembraram da questão 12 dos questionários Qi e Qf em que era solicitada uma ordenação desse tipo.

De acordo com a sequência indicada pelos estudantes, suas respostas foram então classificadas conforme a Tabela 11:

Sequências indicadas nas respostas	Frequência percentual
Lua, os planetas, o Sol, estrelas e galáxias.	14%
Lua, os planetas, o Sol e as estrelas.	21%
Os planetas, o Sol, as estrelas e as galáxias.	14%
Os planetas, as estrelas e as galáxias.	7%
Os planetas e as galáxias.	7%
Os planetas e o Sol.	7%
Planetas, estrelas, aglomerado e galáxias.	7%
A Lua, os planetas, o Sol, estrelas, constelações e galáxias.	7%
A Lua, os planetas, o Sol e as constelações.	7%
A Lua, os planetas e o Sol.	7%

Tabela 11: Sequências de astros, em ordem de menor para maior distância à Terra, espontaneamente citada pelos estudantes em resposta à pergunta P2.

A Tabela 12 indica o percentual das sequências descritas pelos estudantes de acordo com uma categorização em que elas são consideradas: completas (indicam a Lua, planetas, estrelas e galáxias); razoáveis (quando não citam a Lua, mas citam planetas, estrelas e galáxias); incompletas (quando não citam ou planeta, ou estrela ou galáxia) e pobres (fazem apenas duas citações).

Categorias de sequências	Frequência percentual
Completas e corretas	21%
Razoáveis	50%
Incompletas	14%
Pobres	14%

Tabela 12: Percentuais das diversas categorias de sequências descritas pelos estudantes

Com base nos resultados apresentados na Tabela 12, podemos notar que cerca de 70% dos estudantes responderam uma sequência plausível de acordo com o conhecimento astronômico.

A 4ª pergunta da entrevista foi:

P4: “Dos corpos (ou objetos) celestes que você citou nas perguntas anteriores, coloque-os numa ordem de tamanho”.

A Tabela 13 indica o percentual das diversas sequências, em ordem do menor para o maior objeto celeste, indicadas pelos estudantes em suas respostas à pergunta P4:

Respostas	Frequência percentual
Lua, planetas, o Sol, estrelas e galáxias.	29%
Lua, planetas, o Sol e as estrelas.	21%
Lua, planetas, o Sol, estrelas, constelações e galáxias.	7%
Lua, planetas, o Sol e as constelações.	7%
Planetas, as estrelas e as galáxias.	14%
Planetas, estrelas, Galáxia, aglomerado.	7%
Planetas, estrelas e aglomerados de estrelas.	7%
Terra, sistema solar, Galáxia.	7%

Tabela 13: Percentual das sequências (do menor para o maior objeto celeste) indicadas pelos estudantes em suas respostas à pergunta P4.

Os dados apresentados na Tabela 13 indicam um resultado bastante interessante: quando analisadas apenas quanto à ordenação das dimensões dos corpos celestes envolvidos, do menor para o maior, todos os estudantes responderam corretamente. Apenas algumas sequências foram mais completas do que outras, mas, em todas, a ordenação de tamanhos está correta, o que parece indicar uma boa aprendizagem das diferentes escalas de tamanho dos objetos celestes.

Na Tabela 14 indicamos uma categorização das respostas em termos da maior ou menor completude das sequências relatadas, desde as consideradas completas (devem indicar, pelo menos, Lua, planetas, estrelas e galáxias), as razoavelmente completas (que deixam de indicar ao menos um dos tipos de corpos celestes considerados principais: Lua, planetas, estrelas ou galáxias) e incompletas (que deixam de indicar dois ou mais dos principais tipos de corpos celestes: Lua, planetas, estrelas ou galáxias).

Categorias de respostas	Frequência percentual
Sequência completa	36%
Sequência razoavelmente completa	50%
Sequência incompleta	14%

Tabela 14: Categorização das respostas à pergunta P4.

A tabela 14 indica que 86% dos estudantes indicaram uma sequência no mínimo razoavelmente completa, omitindo não mais do que um dos principais tipos de objetos celestes.

Buscando sondar a eventual aprendizagem ocorrida em relação a um dos objetivos da sequência didática, que era o de nos situar com relação ao tempo cósmico, por meio de uma comparação entre o tempo de existência do Universo com o de uma vida humana, a quinta pergunta foi:

P5: “Imagine que você olhe para o céu hoje à noite e veja a constelação do Cruzeiro do Sul, lembra-se dela? Caso você veja novamente a constelação do Cruzeiro do Sul, numa outra noite, daqui a 10 anos, ela vai parecer igual, ou mudará alguma coisa? O que você acha?”.

Todos os estudantes, sem exceção, responderam corretamente que nenhuma mudança seria percebida, sendo que foi possível observar que a maioria foi enfática nas suas respostas, aparentemente demonstrando segurança e entendimento acerca da “insignificância” do tempo do ser humano, comparado ao tempo cósmico. Algumas respostas que ilustram bem esse fato:

E3: Sim, lembro da Constelação Cruzeiro do Sul. Não haverá mudança da posição das estrelas. A mesma constelação foi observada pelos portugueses alguns séculos atrás, mudança só daqui há alguns milhares de anos.

E6: Sim, lembro. O Universo encontra-se em constante mudança, mas para mim, não vamos conseguir observar essa mudança, a mudança é pequena. Sim, está aliada ao tempo, a vida é curta aqui na Terra, comparado com o Universo.

E7: Lembro do Cruzeiro do Sul. Acho que não, pois não tem como mudar. Vou morrer antes de qualquer mudança, caso eu fosse um “highlander” poderia observar uma mudança.

Os relatos descritos acima parecem demonstrar com clareza que, possivelmente, os alunos se apropriaram da ideia da “efemeridade” do seu tempo em relação ao do Universo.

Continuando a sondagem acerca de uma eventual aprendizagem acerca de nossa posição com relação ao tempo cósmico, porém envolvendo, agora, uma operação de redução e compactação da escala do tempo, semelhante à proposta por Carl Sagan em sua série e livro “Cosmos” (SAGAN, 1984), a sexta pergunta foi:

P6: Se todo o tempo de existência do Universo, desde sua origem até o dia de hoje, fosse compactado em um ano: o Universo teria sido criado às 0 h do dia primeiro do ano, e hoje é meia noite do último dia do ano (31 de dezembro), em que mês, dia e horário aproximados teria ocorrido: – a formação da Terra (citar em jan, fev, mar, etc.); – o aparecimento dos primeiros homens (citar); – o seu nascimento (citar).

Contrariamente à anterior, nesta questão, que envolvia não apenas uma comparação direta entre o nosso tempo de vida e de um evento astronômico (o lento movimento próprio das estrelas), mas uma operação mais abstrata e quantitativa de transformação de escalas de tempo, observou-se, claramente, que não houve uma compreensão satisfatória por parte dos estudantes.

A maioria dos alunos apenas citou os meses, como nos exemplos:

E2: Novembro, Dezembro, no finalzinho de Dezembro,

E9: Julho; Agosto; Setembro.

E13: Setembro; início de Novembro, final de Novembro.

Como todos os alunos responderam de forma errada, pode-se entender que as possíveis fontes de erro foram:

- Dificuldade de compreensão da questão e da escala reduzida de tempo que, possivelmente, envolve maior abstração que no caso de escalas reduzidas espaciais.
- Material e/ou metodologia utilizada pelo professor ao abordar o tema em sala de aula não foram apropriados.

Seja qual for a fonte dos possíveis erros, ou a somatória delas, o certo é que não houve aprendizagem significativa com relação ao uso de uma escala de tempo reduzida para nos situarmos com relação ao tempo de existência do Universo.

As duas últimas perguntas procuraram sondar sobre uma aprendizagem e eventuais mudanças de concepção e atitude, de uma maior atribuição de significado, com relação ao que podemos considerar como sendo os dois conceitos chaves trabalhados na sequência: o céu e o Universo.

P7: “Hoje, quando você olha para o céu noturno, sem nuvens, você o observa da mesma maneira que antes (antes do projeto)?”.

Para 100% dos estudantes o seu “olhar” do céu noturno mudou após a sua participação na sequência didática. Os seguintes relatos exemplificam tal situação.

Estudante E3: “Sim olho para o céu todos os dias. Agora, tenho certeza, olhando para o céu posso contemplar toda essa grandeza com mais conhecimento. Hoje, olho para a Estrela D’Alva e sei que não é uma estrela, e sim um planeta, Vênus.”

Estudante E6: “Agora fico olhando para o céu, a minha curiosidade aumentou, revi os vídeos no Youtube, fico apontando e perguntando à minha irmã se aquilo é estrela ou planeta.”.

Estudante E7: “Sim olho para o céu, e não vejo do mesmo jeito. Antes olhava e achava que tudo era estrela, hoje olho e compreendo que pode haver um planeta, de que as estrelas estão bem afastadas uma das outras”.

A tabela 15 procura categorizar quanto ao tipo de mudança, tanto em termos de concepção, como de atitude ou sentimento, que os estudantes tiveram após sua participação na sequência didática, conforme expresso em suas respostas à pergunta P7:

Categorias de respostas quanto a mudanças ao olhar para o céu	Frequência percentual
Consciência de que há mais objetos visíveis	93%
Passou a olhar o céu com mais atenção	93%
Alegria (orgulho) de saber que conhece mais que antes	57%
Maior deleite (prazer) na observação do céu	36%
Estímulo à imaginação	29%
Despertar de maior interesse (curiosidade) pela Astronomia	14%

Tabela 15: Categorias de mudanças na maneira de os estudantes olharem para o céu noturno indicadas em suas respostas e respectivas frequências percentuais.

Um dos resultados mais gratificantes para o professor-pesquisador com a aplicação da sequência didática “Nossa Posição no Universo” foi poder verificar que, de alguma forma, os estudantes passaram a observar o céu de outra maneira, que este “olhar” diferenciado lhes trouxe reflexões, aprendizados e mudanças atitudinais conforme resultado indicado na Tabela 15. Abaixo, mais alguns relatos que reforçam essa impressão:

Estudante E11: “Costumo olhar para o céu. Vejo as constelações, as estrelas, a Lua. Antes nem sonhava em olhar, olhava para o céu, por olhar”.

Estudante E13: “Sim costumo olhar. Comparando com o meu conhecimento, hoje, ao olhar, fico me perguntando se aquela estrela brilhante é realmente uma estrela ou um planeta, percebo que o céu vai mudando com o passar dos dias, algo que antes não percebia”.

A oitava e última pergunta da entrevista foi:

P8: “E em relação ao que você imaginava sobre o Universo, agora (depois do projeto) você pensa diferente, ou você continua imaginando do mesmo jeito? E sobre a nossa posição (localização) dentro do Universo, mudou alguma coisa em relação ao que você imaginava antes (do projeto)?”.

Em resposta a esta pergunta, todos os estudantes, sem exceção, alegaram que houve uma mudança, em geral grande ou muito grande, em seu conhecimento e visão acerca do Universo. A maioria também expressou uma mudança com relação à percepção de nossa posição dentro dele, no sentido de ter adquirido melhor noção de sua imensidão e de nosso tamanho reduzido frente a ele.

Na Tabela 16 buscamos sintetizar as principais mudanças com relação ao conhecimento e concepção gerais e de atitude com relação ao Universo expressas pelos estudantes em suas respostas à pergunta P8 (transcritas na seção B.2 do Apêndice B). Na Tabela 17 fizemos o mesmo com relação a alguns pontos mais específicos relativos a conhecimentos adquiridos com a realização da sequência, conforme mencionado pelos estudantes em suas respostas à pergunta P8.

Categorias de mudanças	Frequência percentual
Aquisição de maior conhecimento sobre o Universo	100%
Conscientização acerca da imensidão do Universo	64%
Maior interesse e estímulo à imaginação e curiosidade sobre os astros ou o Universo	36%

Tabela 16: Categorias de mudanças com relação ao conhecimento e concepção gerais e de atitude com relação ao Universo expressas nas respostas à pergunta P8 e respectivas frequências percentuais.

Conforme é possível observar na Tabela 16, todos os estudantes informaram ter havido aquisição de algum tipo de conhecimento sobre o Universo com a realização da sequência, e a maioria apontou, como importante mudança, uma maior consciência quanto à sua imensidão. Vários também indicaram uma mudança de atitude, com o despertar de maior interesse, curiosidade e estímulo à imaginação com relação ao Universo. Abaixo alguns relatos que ilustram isso:

E6: *Eu nunca tinha visto imagens de galáxias, de aglomerados, nada. Então, participando de todo o projeto pude ter uma visão, um conhecimento de que não tinha, hoje olhando para o céu, consigo imaginar sua profundidade, algo que não possuía antes.*

E9: *Não tinha parado para pensar nisso, foi muito legal, hoje sei que o Universo é um gigante e que moramos numa galáxia, onde está a Terra, o Brasil e Cariacica.*

E11: *Como disse, nem imaginava isso. Agora procuro olhar, ficar falando disso com minha mãe. O tamanho do meu Universo aumentou.*

Conhecimentos adquiridos	Frequência percentual
As estrelas se encontram a diferentes distâncias (profundidade do céu)	36%
Há outros objetos, além de estrelas, visíveis no céu noturno	29%
Há planetas visíveis no céu noturno	21%
Estamos dentro de uma galáxia	14%
Nomes de constelações	7%
Nomes de estrelas	7%

Tabela 17: Novos conhecimentos adquiridos mencionados nas respostas à pergunta P8 e respectivas frequências percentuais.

Além de a maioria enfatizar a aquisição de uma melhor noção acerca do tamanho e grandiosidade do Universo, alguns dos principais pontos relativos à aquisição de novos conhecimentos citados nas respostas à P8, conforme é possível observar na Tabela 17, foram com relação à profundidade do céu (as estrelas se encontram a

diferentes distâncias) e à presença de outros astros, em especial planetas, visíveis, a olho nu, no céu noturno. Muito provavelmente essas citações são decorrentes das atividades de montagem de modelos tridimensionais, do Cruzeiro e do Sistema Solar, e de observação do céu noturno realizadas durante a sequência.

Uma resposta à P8 que, em especial, merece destaque, foi a dada pelo estudante E13:

Pelo fato de agora saber que a noite não é só estrelas pode haver um planeta, ou mais, já torna tudo diferente. E ainda, sei que as estrelas não estão alinhadas, lado a lado. É que nem atravessar uma ponte e olhar para um morro. Parece que as luzinhas estão lado a lado, mas não estão, então tudo está mudado. Fico olhando a Lua por alguns minutos, antes não fazia isso.

Essa interessante resposta denota a aplicação da noção acerca da profundidade do espaço, trabalhada na sequência: luzes, como as das estrelas, que aparentam estar a uma mesma distância, em verdade podem se encontrar a distâncias muito diferentes (conforme visto, em especial, na atividade de montagem de um modelo tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul), a um outro contexto, bem distinto: luzes num morro quando observadas à distância. A analogia é perfeita e indica a aplicação de uma noção sobre a profundidade do espaço, que foi ensinada na sequência, a uma situação nova – uma das mais fortes evidências de uma aprendizagem significativa.

Como conclusão desta apresentação de resultados referentes à análise das entrevistas feitas dois meses após a conclusão do projeto de desenvolvimento da sequência didática, é possível afirmar que eles indicam que houve uma boa aprendizagem dos estudantes com relação aos principais componentes do universo visível, suas escalas de distâncias e tamanhos, porém dificuldades na aprendizagem de escalas de tempo, e que, em especial, percebemos que houve uma aprendizagem que parece ter sido bastante significativa com relação aos dois conceitos básicos e mais importantes trabalhados na sequência – os conceitos de céu e de Universo. Pelas respostas dos estudantes nas entrevistas, sobretudo nas respostas às duas últimas questões (P7 e P8), esses dois conceitos evidenciaram ter sofrido grande diferenciação e robustecimento, com a atribuição a eles de uma série de novos significados em consequência da participação dos estudantes nas atividades da sequência didática.

5. CONCLUSÕES

Como a meta principal de nosso trabalho foi a promoção de uma aprendizagem significativa, conforme preconizada por David Ausubel, era de suma importância para a pesquisa entender o que o estudante já “sabia” do assunto que iríamos abordar, e assim adequarmos o tema proposto à sua realidade (do que ele já sabia) aproximando e transformando o seu conhecimento para “algo” mais próximo do que é ensinado pela Ciência.

As atividades propostas pela sequência didática parecem ter contribuído significativamente para o aprendizado dos alunos, conforme as análises dos questionários e da entrevista revelaram. Na atividade de observação do céu a olho nu e com o telescópio, também há muitos relatos descritos no diário de bordo e nas questões abertas dos estudantes relatando nunca terem “olhado” para o céu daquela maneira, como se aquilo fosse inacreditável e inimaginável para muitos deles, ou seja, novos significados foram atribuídos ao subsunçor “céu”. Na observação com o telescópio e na visita ao Planetário de Vitória, pude perceber que realmente a Astronomia desperta um verdadeiro fascínio, sendo que a atividade observacional parece ter sido o grande otimizador da aprendizagem (talvez se a atividade fosse realizada em sala, utilizando apenas “slides”, não conseguiria provocar e, depois, superar a incredulidade de muitos dos alunos participantes). Os alunos simplesmente ficaram maravilhados ao observarem o planeta Saturno (e a beleza do seu anel) e a Lua na sua fase crescente. A observação mesmo que “virtualmente”, utilizando o programa Stellarium, de Júpiter, com as suas quatro famosas luas: Calisto, Europa, Ganimedes e Io, despertou grande curiosidade principalmente na quantidade de luas que esse planeta possui. As duas atividades agregaram valores à sequência didática e uma “mudança” observacional nos estudantes, pois foi nessa atividade que alguns estudantes realmente acreditaram que era possível observar um planeta aqui da Terra, ou melhor ainda, do pátio da escola. Foi através dessa atividade que conseguimos unir a aula teórica com a aula prática, aquilo que vimos durante as aulas no *power point* (utilizando o *Stellarium*) com a aula prática, pois os estudantes puderam verificar as diferenças existentes entre planetas e estrelas.

Ao olhar para o céu noturno, esses 14 estudantes tiveram outra visão, com mais significados e entendimentos, comparados aos seus “olhares” iniciais (antes do

projeto). Analisando os dados coletados por meio dos questionários aplicados (pré e pós-testes) e de entrevistas semiestruturadas foi possível averiguar indícios de uma aprendizagem significativa. Antes da sequência didática os estudantes afirmavam que no céu noturno só seria possível observar estrelas e que esse céu seria “chapado” (sem noção de profundidade). Após as atividades eles conseguiram vislumbrar que, além das estrelas, há planetas visíveis no céu, mesmo a olho nu, e que ele possui uma profundidade, que as estrelas não estão lado a lado, que o céu é a nossa janela para o Universo, evidenciando indícios de uma reconciliação integrativa entre os conceitos de céu e de Universo.

De forma geral, quando comparadas as respostas ao questionário inicial com as dadas ao questionário final, por meio da análise de conteúdo e categorização das respostas às questões abertas ou semiabertas, os resultados indicam que houve uma melhoria no conhecimento dos alunos, mesmo havendo respostas incompletas ou até incorretas verificadas nos questionários finais, os alunos adquiriram conceitos novos e mais próximos do modelo científico. Sem dúvida o conhecimento do Universo, de cada aluno, aumentou. Possivelmente novas informações foram e serão “ancoradas” nos subsunçores, agora fortalecidos, com maior facilidade.

Esses resultados sugerem que a utilização de atividades práticas realizadas dentro da escola, como a realização da oficina utilizando o próprio corpo para demonstrar as distâncias envolvidas no Sistema Solar, e de atividades extraclasse, como a visita ao Planetário de Vitória, facilitaram a evolução conceitual dos alunos demonstrada na incorporação progressiva de conhecimentos de caráter científico relevante em relação aos temas estudados na sequência didática. A ocorrência de resposta positiva na escolha do tema Astronomia, observada durante as aulas e diário de bordo do professor-pesquisador, e da metodologia adotada na sequência didática justificam a utilização das atividades propostas.

Vale ressaltar que durante todo o processo de aplicação da sequência didática os alunos apresentaram “disposição para aprender significativamente”, levando-se em conta que havia uma boa relação afetiva deles entre si e com o professor-pesquisador. Os estudantes se mostraram receptivos ao tema Astronomia e, principalmente, interessados na execução das atividades propostas.

Por outro lado, em sua maior parte, as atividades parecem ter sido propostas e trabalhadas num nível adequado à compreensão dos estudantes, pois, como afirma Mendonça (2012):

Pode-se afirmar que não há conteúdos totalmente significativos, eles são apenas potencialmente significativos para uns alunos, e não para outros. Para ser potencialmente significativo para um aluno, o conteúdo deve ter significado lógico, ou seja, deve estar dentro dos limites da sua capacidade de compreensão, para que possa ser apreendido significativamente.

Dessa forma, notando que as respostas ao questionário final (pós-teste), quando comparadas às dadas ao questionário inicial (pré-teste), revelam uma melhora, no sentido de uma maior aproximação da visão científica; que a análise das entrevistas, ocorrida praticamente dois meses após a finalização da aplicação da sequência didática, demonstrou que alguns dos objetivos da sequência didática foram alcançados, como:

- o reconhecimento do céu noturno e do que nele é possível observar, englobando uma ideia mais geral de que o céu, que eles observaram, é uma janela para o Universo;
- a organização no espaço dos principais componentes do universo visível, que ficou evidente na entrevista, quando a maioria se preocupou em citar os corpos celestes, que agora fazem parte do seu “imaginário cósmico”, seguindo uma ordenação correta de distâncias e tamanhos, quando, no pré-teste, era evidente que alguns alunos tinham uma “noção” completamente errada de escalas;

e que há relatos, por parte dos estudantes, de mudanças conceituais e atitudinais, bem como o fortalecimento dos subsunçores, consideramos que há fortes indícios de ocorrência de uma aprendizagem significativa de várias noções e conceitos trabalhados na sequência.

Outro fator importante é ressaltar que, no início, os estudantes, na sua grande maioria, alegavam que só poderiam observar estrelas no céu noturno e tinham uma noção de um céu “chapado” (realismo ingênuo), conforme observado nos questionários iniciais. Após a aplicação da sequência didática verifica-se uma mudança nessa situação (os questionários finais e a entrevista final demonstram

essa situação), há indícios de uma noção de profundidade e a percepção de que se pode observar planetas a olho nu.

Contudo, também foi possível observar um contraponto a esses resultados positivos obtidos com a realização da nossa sequência didática: na atividade relacionada à nossa localização no tempo e utilização de uma escala temporal reduzida, verificamos que não houve aprendizagem significativa. Possivelmente não houve a utilização correta de um “organizador prévio” que servisse de ponte, fazendo, por exemplo, uma analogia entre uma mudança de escala temporal com uma espacial. Outros fatores podem ser: a não compreensão da questão e da escala reduzida de tempo, talvez por uma dificuldade maior de se trabalhar com a noção de escala de tempo que com a de espaço (o professor-pesquisador acredita que esse fator seja o primordial); o material e/ou metodologia utilizada ao ensinar esta questão não foram apropriados, impossibilitando a aprendizagem, possivelmente ligados à falha do professor que não soube introduzir o assunto em sala ou não utilizou recursos apropriados. Talvez essas três razões sejam responsáveis pelo insucesso dessa atividade.

Outro ponto que merece ser aprimorado e melhor trabalhado, conforme detectamos a partir da análise das respostas aos questionários, especialmente da sua nona questão, é o de ensino do novo conceito de planeta, conforme definido pela União Astronômica Internacional, em 2006, com relação ao qual houve pouca aprendizagem.

Como conclusão final, de acordo com o que foi apresentado na seção de resultados e a discussão apresentada nesta, podemos dizer que há fortes indícios de que houve uma aprendizagem significativa, por parte dos estudantes, de vários conceitos e noções relativas ao céu e ao Universo e, especialmente, com relação a estes próprios dois conceitos chaves, como resultado de sua participação nas atividades da sequência didática “Nossa Posição no Universo”.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se deve esperar dos estudantes do 3º ano do ensino médio, na reta final do ensino básico, no que se refere ao seu entendimento de Ciências?

A resposta é que, no mínimo, esse estudante tenha um conhecimento básico sobre o mundo natural que os cerca.

Contudo, o que pude observar, ao longo dessa pesquisa, é que os estudantes, nessa etapa do seu ciclo de ensino, possuem um entendimento ainda pobre e ingênuo sobre o Universo em que vivem. Exemplifico essa constatação com os resultados das concepções iniciais dos estudantes dessa pesquisa, que indicam um céu noturno sem noção de profundidade (chapado), cravejado apenas por estrelas e sem a presença de planetas.

Quem seriam os responsáveis por essa situação? Com certeza os alunos teriam uma parcela quase nula. Na minha opinião há uma série de fatores, que vão desde os sociais até os econômicos, passando pela problemática política.

Acredito que a mudança, mesmo que pequena, vai depender muito mais da vontade do professor em propô-la a esperar pelo inesperável. Acredito que nessa situação o professor tenha que ser proativo.

A finalização desse trabalho, sendo professor da rede pública de ensino, foi muito difícil por uma série de fatores:

- Dificuldade para obter uma licença para estudos;
- A falta de apoio financeiro para realização de algumas atividades da sequência didática;
- O sucateamento dos equipamentos midiáticos da escola (principalmente o Datashow);

Mesmo diante dessas barreiras e de outras, como a descrença e desencanto de alguns colegas com o seu trabalho e com a possibilidade de sua melhoria e transformação, com esforço e dedicação, tanto do professor-pesquisador como dos estudantes, essa missão foi finalizada.

Este trabalho colaborou com a mudança de 14 estudantes, que passaram a enxergar um pouco além, comparado a outros estudantes nessa mesma situação.

A estruturação da sequência didática, como foi apresentada, contribuiu para a mudança observada nos alunos. Ao que tudo indica, ela contribuiu para uma aprendizagem significativa sobre o Universo em que estamos inseridos, sendo que essa contribuição ocorreu no sentido de buscar atender alguns dos objetivos do Ensino Médio que são traçados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (BRASIL, 2002), segundo os quais, neste nível de ensino, se deve trabalhar as unidades temáticas:

- Terra e Sistema Solar;
- Universo e sua origem;
- Compreensão humana do Universo.

Aos eventuais professores interessados que venham a aplicar essa sequência, deixo aqui algumas sugestões, que só durante a aplicação de nossa proposta pude observar:

- Gravar, em áudio e vídeo, todas as atividades, assim iria ter um rico material para análise e futuras discussões;
- Na atividade “Observando o Céu noturno a olho nu” faria um maior aprofundamento, explorando os movimentos dos astros observáveis a olho nu, como o movimento diário da abóbada celeste (ou “esfera celeste”, conforme conceito utilizado pelos astrônomos), o movimento mensal da Lua e os movimentos dos planetas com relação às estrelas, bem como sobre o brilho e magnitude dos corpos celestes;
- Na atividade “Construindo um Sistema Solar em Escala Real de Distâncias” exploraria também a escala por tamanhos e procuraria construir um miniplanetário (o que não foi feito por questões escolares da época);
- Na atividade “Observando o Céu noturno com telescópio” após a exibição dos alunos, iria propor uma sessão à comunidade e convidaria os alunos a explicarem aos populares;

Essas são mudanças que deverei fazer em futuras aplicações das atividades da sequência “Nossa Posição no Universo”.

7 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Interamericana Ltda, Rio de Janeiro, 1980. 625 p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. 227 p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, LDA, 2006. 229 p.

BISCH, Sérgio Mascarello. **Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores**. São Paulo: USP, 1998, 301 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1998_BISCH_T_USP.pdf>. Acesso em 20 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (1ª a 4ª Série)**. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (5ª a 8ª Série)**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em 20 mar. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2012.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M. **A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores**. Rev. Ensaio, v 12, n. 2: p. 173-188. Belo Horizonte. mai-ago de 2010.

EAMES, Charles; EAMES, Ray. **Powers of Ten**. Vídeo. Produção e direção de Charles e Ray Eames, 1977. 9 min 1 s. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0>>. Acesso em 23 mar. 2013.

HOFFMAN, Michael; EMMART, Carter. **The Known Universe**. Vídeo. Produção de Michael Hoffman, direção de Carter Emmart. Nova Iorque, American Museum of Natural History, 2009. 6 min 31 s. Disponível em: <<http://edutube.org/en/video/known-universe-amnh>>. Acesso em 23 mar. 2013.

GODINHO, M. J. F.; ARAUJO, V.C.; FERRACIOL I, L. (2011) **Centros de Ciência, Educação e Cultura: Um Relato de Atividades de Espaços Não Formais de Educação do Município de Vitória, ES**. Anais do 1o Encontro Nacional da Associação de Centros e Museus de Ciência. Rio de Janeiro, 29 Março-01 Abril, 2011.

IAU – International Astronomical Union. **Resolution B5 (2006 IAU General Assembly): Definition of a Planet in the Solar System**, 2006. Disponível em: <http://www.iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2015.

LANGHI, Rodolfo. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v.28, n.2, pp. 373-399, ago/2011.

LEITE, Cristina. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: Uma Proposta com Enfoque na Espacialidade**. São Paulo: USP, 2006, 274 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05062007-110016/ptbr.php>>. Acesso em 20 mar. 2013.

LEMOS, L. S. Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n° 1, abril. 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 28 maio 2013.

LONGHINI, Marcos D. Será o Cruzeiro do Sul uma cruz? Um novo olhar sobre as constelações e seu significado. **Física na Escola**, V.10, n.1, pp. 26-29, 2009.

LONGHINI, Marcos D.; GOMIDE, Hanny A. **Análise da presença de conteúdos de Astronomia em uma década do Exame Nacional do Ensino Médio (1998-2008)**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.11, p.31-43, 2011.

MENDONÇA, Conceição Aparecida Soares. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. Burgos: Universidad de Burgos, 2012. 348 p. Tese de Doutorado, Programa Internacional de Doutorado Enseñanza De Las Ciencias, Departamento de Didácticas Específicas. Burgos, 1998. Disponível em: <<http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/192/1/Mendo%C3%A7a.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

MORAES, Roque. **Análise de conteúdo**. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 201 p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora da UnB. 1999. 129 p.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n° 3, dez. 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2013.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, Santiago, Chile: v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em 21 mar. 2013.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie. **Aprendizagem Significativa - A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

NOGUEIRA, Salvador. **Astronomia: ensino fundamental e médio** / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 232 p.: il. – (Coleção Explorando o Ensino; v. 11).

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano, 1996. 212 p.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; OLIVEIRA, Maria de Fátima. **Astronomia e Astrofísica**. Saraiva. 3º. Ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2013.

SAGAN, Carl. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1984.

SEDU. Secretária de Estado da Educação do Espírito Santo. **Currículo Básico Escola Estadual – Guia de Implementação**. v. 2, Ensino Médio - Área de Ciências da Natureza. Vitória: SEDU, 2009. Disponível em: <http://www.educacao.es.gov.br/download/sedu_curriculo_basico_escola_estadual.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2013.

SOTER, Steven. Reportagem: O que é um planeta? **Scientific American Brasil**. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/o_que_e_um_planeta_.html>. Acesso em: 02 out. 2014.

TRIVINÕS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

APÊNDICE A

Sequência Didática

NOSSA POSIÇÃO NO UNIVERSO

A.1 INTRODUÇÃO

A sequência didática aqui apresentada teve como o pilar principal posicionar o aluno dentro do contexto cósmico, trabalhando o ensino de dois conceitos gerais básicos: o céu e o Universo, e sua inter-relação, mostrando e propiciando, por meio de atividades práticas, uma vivência de que o céu é a nossa janela para o Universo.

A sequência envolveu uma série de atividades na sala de aula e extraclasse, tais como observações do céu a olho nu e com telescópio, confecção de modelos tridimensionais (da Constelação Cruzeiro do Sul e do Sistema Solar) em escala real de distâncias e uma visita ao Planetário de Vitória. Houve aplicação de questionários, ilustrado no apêndice A.3, visando o levantamento dos conceitos iniciais dos estudantes; conceitos estes mais relacionados ao tema principal como:

1. O céu como nossa janela para o Universo: reconhecimento do céu noturno e do que nele é possível observar a olho nu e com pequenos telescópios: a Lua, planetas, estrelas, constelações e a Via Láctea.
2. Os principais componentes do universo visível: planetas, seus satélites, estrelas e galáxias, abordando sua natureza, composição e escalas de tamanho e distâncias.
3. A estrutura espacial do Universo: como se organizam no espaço os principais componentes do universo visível e qual é nossa posição dentro dele.
4. A idade do Universo: comparação entre o tempo de existência do Universo com o da espécie humana na Terra e com uma vida humana.

Buscou-se pela sequência didática uma integração e articulação entre as atividades realizadas em sala de aula com as de extraclasse, onde as duas buscaram promover um contato direto com os objetos de estudo da Astronomia e assim um melhor entendimento da tridimensionalidade do céu noturno, da sua organização e do tempo cósmico, considerados grandes “nós” do ensino de Astronomia (LEITE, 2006; BISCH, 1998).

A sequência didática teve a seguinte distribuição de carga horária, conforme o Quadro 1, a seguir.

Quadro 1: Cronograma das atividades

Atividades	Duração (aulas*)
Apresentação da Sequência Didática e aplicação do Questionário (Qi).	2 aulas
Apresentação dos Vídeos Motivacionais: “ <i>Powers of Ten</i> ” e “ <i>The Known Universe</i> ” e dos debates em torno dos vídeos.	3 aulas
Atividade “Observando o Céu noturno a olho nu” **	3 aulas
Debate em torno da atividade “Observando o Céu noturno a olho nu” utilizando o programa <i>Stellarium</i> .	3 aulas
Confecção do modelo tridimensional da Constelação Cruzeiro do Sul bem como a sua observação a olho nu e debates em torno da atividade.	3 aulas
Construção do Sistema Solar em escala real de distâncias e o debate em torno da atividade.	3 aulas
Realização da atividade “Observando o Céu noturno com telescópio”	3 aulas
Visita ao Planetário de Vitória.	—
Aplicação do Questionário (Qf).	2 aulas
Realização da entrevista semiestruturada***.	4 aulas

* Cada aula com aproximadamente 60 minutos;

** Em sala foi trabalhado apenas o reconhecimento do Céu noturno utilizando uma carta celeste. A atividade em si ocorreu no período de férias dos alunos entre os dias 14/07 a 18/07.

*** Realizada no período matutino, as atividades ocorreram no contra turno.

Ressalto aqui o apoio do Planetário de Vitória, com a execução da sessão especial, e do Observatório Astronômico da UFES, com o empréstimo e apoio (na aprendizagem da montagem e utilização) do telescópio. Assessoria semelhante, de profissionais com experiência na área da Educação em Astronomia, o professor da Educação Básica pode “adquirir” em espaços de educação não-formal, que são dedicados à divulgação do Ensino de Astronomia (caso do Planetário de Vitória e do Observatório Astronômico da UFES).

A apresentação da sequência didática, no que diz respeito à sua estrutura, não deve ser encarada de forma rígida. Os eventuais professores da Educação Básica interessados em aplicá-la podem adaptar as atividades apresentadas ao contexto da realidade da sua escola e região.

Esperamos que os sucessos que foram alcançados na realização das atividades no projeto que serviu de base à presente dissertação, nela relatados, também ocorram em suas futuras novas edições, e que os pontos que deixaram a desejar sejam aperfeiçoados.

A.2 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

O “Questionário Diagnóstico” consistiu numa série de oito perguntas que foram respondidas por escrito pelos estudantes, destinadas a obter informação sobre a experiência anterior dos mesmos com relação ao ensino de Astronomia: participação em aulas do ensino formal sobre Astronomia e em eventuais projetos especiais ou atividades extraclasse, como as de observação do céu com telescópio e visita ao Observatório Astronômico da UFES ou ao Planetário de Vitória.

As perguntas foram as seguintes:

- 1) Você já participou de alguma aula, projeto ou capacitação referente ao tema Astronomia?
- 2) Em algum momento da sua vida escolar, você já teve aula sobre algum tópico relacionado à Astronomia?
- 3) Você já teve contato com um telescópio?
- 4) Já utilizou um telescópio?
- 5) Conhece o Planetário de Vitória?
- 6) Já assistiu a alguma sessão no Planetário de Vitória?
- 7) Conhece o Observatório Astronômico da UFES?
- 8) Já fez alguma visita ao Observatório Astronômico da UFES?

A.3 QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES E APÓS A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1) O que é possível ver no céu quando olhamos para ele numa noite escura, sem nuvens?

2) Para você, o que é uma constelação?

3) Você sabe identificar alguma constelação no céu?

() Não

() Sim. Qual(is)?

4) Você acha que é possível ver algum planeta quando olhamos para o céu noturno a olho nu?

() Não

() Sim. Qual(is)?

5) Todos os pontos brilhantes que são visíveis a olho nu no céu noturno são estrelas?

() Sim

() Não. Neste caso, o que eles podem ser?

6) O que é uma estrela?

7) Você conhece o nome de alguma estrela?

() Não () Sim. Qual(is)?

8) O que seria a Lua para você?

9) E o que seria um planeta?

10) O Sol pode ser considerado uma estrela?

() Sim

() Não. Então o que seria o Sol?

11) O que você acha que é uma galáxia?

12) Considere agora que você esteja se preparando para uma viagem espacial fantástica, rumo ao infinito, elevando-se na vertical e se afastando cada vez mais do seu ponto de partida, mas mantendo seu olhar sempre voltado na direção deste seu ponto de partida na superfície da Terra. Você partirá desta sala. À medida que você se distancia do chão da sala, da escola, do seu bairro, você perceberá que, devido ao aumento da distância, você verá os objetos ficando cada vez menores, mas, ao mesmo tempo, será capaz de ver uma região cada vez maior. Abaixo estão escritas algumas palavras que designam objetos ou regiões do nosso Universo de forma embaralhada. Coloque-as na sequência em que você, nessa sua viagem espacial, será capaz de ver os objetos ou regiões por inteiro, à medida que se afasta:

Escola, sala de aula, Aglomerado de Galáxias, carteira escolar, bairro, Brasil, Espírito Santo, América do Sul, Planeta Terra, Galáxia, Sistema Solar, Cariacica.

Nos itens a seguir, marque V nos enunciados que você achar verdadeiros, ou F nos que você achar que são falsos:

13) Sobre a Terra, a Lua, o Sol, as estrelas, os planetas e o sistema solar podemos afirmar que:

() A Terra, a Lua e o Sol fazem parte do sistema solar.

() A Terra, a Lua, o Sol e alguns planetas fazem parte do sistema solar.

() A Terra, a Lua, o Sol, alguns planetas e algumas estrelas fazem parte do sistema solar.

() Algumas estrelas ficam mais próximas de nós do que a Lua, outras ficam mais distantes;

() Todas as estrelas ficam muito mais distantes de nós do que a Lua.

() Algumas estrelas ficam mais próximas de nós do que o Sol, outras ficam mais distantes;

() Todas as estrelas ficam muito mais distantes de nós do que o Sol.

14) Sobre as galáxias e o sistema solar, podemos afirmar que:

- Existem galáxias que ficam dentro do sistema solar.
- O sistema solar se encontra dentro de uma galáxia
- O sistema solar não fica dentro de nenhuma galáxia e todas as galáxias ficam distantes e fora do sistema solar.
- O sistema solar se encontra dentro de uma galáxia e todas as outras galáxias se encontram muito distantes do sistema solar

15) Comparando os tamanhos reais da Terra, da Lua e do Sol, podemos afirmar que:

- O Sol e a Lua têm o mesmo tamanho.
- A Lua é maior que o Sol.
- A Terra é maior que a Lua.
- A Terra é maior que o Sol
- A Terra e a Lua têm o mesmo tamanho
- A Terra e o Sol têm o mesmo tamanho

16) Quanto ao brilho das estrelas e suas distâncias à Terra, podemos afirmar que:

- As estrelas mais brilhantes que eu vejo são as que ficam mais próximas da Terra
- As estrelas de brilho mais fraco são as que ficam mais distantes
- Se todas as estrelas estivessem a uma mesma distância, todas teriam um brilho semelhante
- Existem estrelas que, mesmo quando vistas a uma mesma distância que outras, são bem mais brilhantes que as outras.

17) Quando contemplamos o céu noturno, temos a impressão de que as estrelas estão lado a lado, ou seja, sobre um mesmo plano. Você diria que:

- Sim, as estrelas estão realmente lado a lado.
- Aparentemente estão lado a lado, mas, em geral, existe uma distância gigantesca entre elas, umas ficam mais próximas e outras bem mais distantes.

Nas duas questões abaixo, marque com um X a resposta que você acha correta:

18) Considere a seguinte informação: “o universo visível possui aproximadamente 14 bilhões de anos. Se esses 14 bilhões de anos fossem comprimidos em um ano, a Terra, que se formou a 4,5 bilhões de anos atrás, teria aproximadamente 4 meses de idade. Então, você agora, nesse calendário, teria uma idade aproximada de:

- 1 ano
- 1 mês
- 1 semana
- 1 dia
- 1 hora
- 1 minuto
- 1 segundo
- menos de 1 segundo

19) A luz parte do Sol e percorre a distância entre ele e a Terra em, aproximadamente, 8 minutos. Considerando agora uma estrela do nosso céu noturno, o tempo que a luz desta estrela gasta para chegar até nós, será:

- igual;
- maior;
- menor;
- muito maior que 8 minutos;

A.4 ROTEIRO DA ATIVIDADE: “OBSERVANDO O CÉU NOTURNO A OLHO NU

1. Observe a Lua e a região do céu em volta dela em, pelo menos, duas noites no período do **dia 14 ao dia 18 de julho de 2013**. Na primeira noite, observe em dois momentos distintos:
 - a) Assim que anoitecer, entre 18:00 e 18:30 h.
 - b) Cerca de duas hora depois, entre 20:00 e 20:30 h.Na segunda noite basta observar em um destes dois horários. Em cada observação, faça um desenho esquemático do céu de acordo com as instruções que serão dadas a seguir.

Obs.: Fique atento(a) e tente começar as observações logo no primeiro dia em que o tempo estiver bom, dentro do período indicado, sem nuvens ou com poucas nuvens, pois nos dias seguintes as condições atmosféricas podem não ser favoráveis.
2. Para fazer as observações, primeiramente você deve procurar um local seguro, com o horizonte razoavelmente desimpedido, de preferência com pouca iluminação artificial. Você deve fazer as três observações exatamente deste mesmo lugar. Ao iniciar cada observação, volte-se na direção do sul e tente localizar o Cruzeiro do Sul – a constelação mais conhecida e famosa do céu do hemisfério sul. Não será difícil, nesta época do ano e no horário indicado para as observações, o Cruzeiro estará aparecendo a cerca de 45° de altura com relação a um plano horizontal e mais ou menos “em pé” com relação ao horizonte, mas um pouco inclinado para a direita, conforme aparece indicado na figura 1, abaixo. A identificação do Cruzeiro é facilitada pela presença de duas estrelas bem brilhantes, Alfa e Beta do Centauro³, bem próximas a ele, a sua esquerda, conforme representado na figura abaixo:

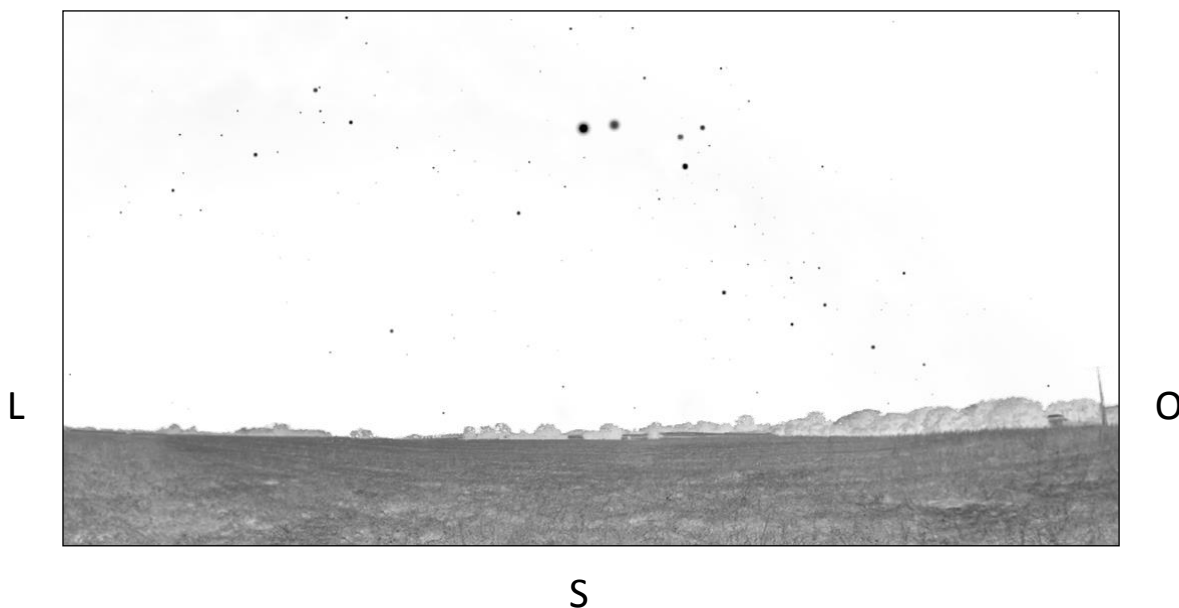


Figura 1: Horizonte sul com o Cruzeiro do Sul e Alfa e Beta do Centauro – as apontadoras – à sua esquerda, no centro e alto da figura.

3. Após localizar o Cruzeiro, olhe para o alto do céu, onde a Lua estará aparecendo e, em cada observação, faça um desenho a lápis representando todo o céu em um círculo, com a Lua e cerca de dez estrelas mais brilhantes que estejam visíveis nesta ocasião. Desenhe a Lua e as estrelas em suas posições aproximadas. As estrelas devem ser representadas por pontos cujos tamanhos devem ser proporcionais aos brilhos: quanto maior o brilho da estrela, maior deve ser o ponto que a representa. A borda do círculo representará o horizonte e o seu centro corresponderá ao chamado *zênite* – o ponto do céu que fica bem na vertical, sobre nossas cabeças. Desenhe também, sobre o horizonte, eventuais casas, prédios ou árvores que estiverem sobre ele e oriente seu

³ Alfa e Beta do Centauro são conhecidas como “as apontadoras”, pois o prolongamento da linha que une Alfa (a mais brilhante) à Beta do Centauro aponta para o topo da cruz.

desenho de maneira que o sul fique situado na parte inferior do desenho, que deverá ficar semelhante ao indicado na figura 2.

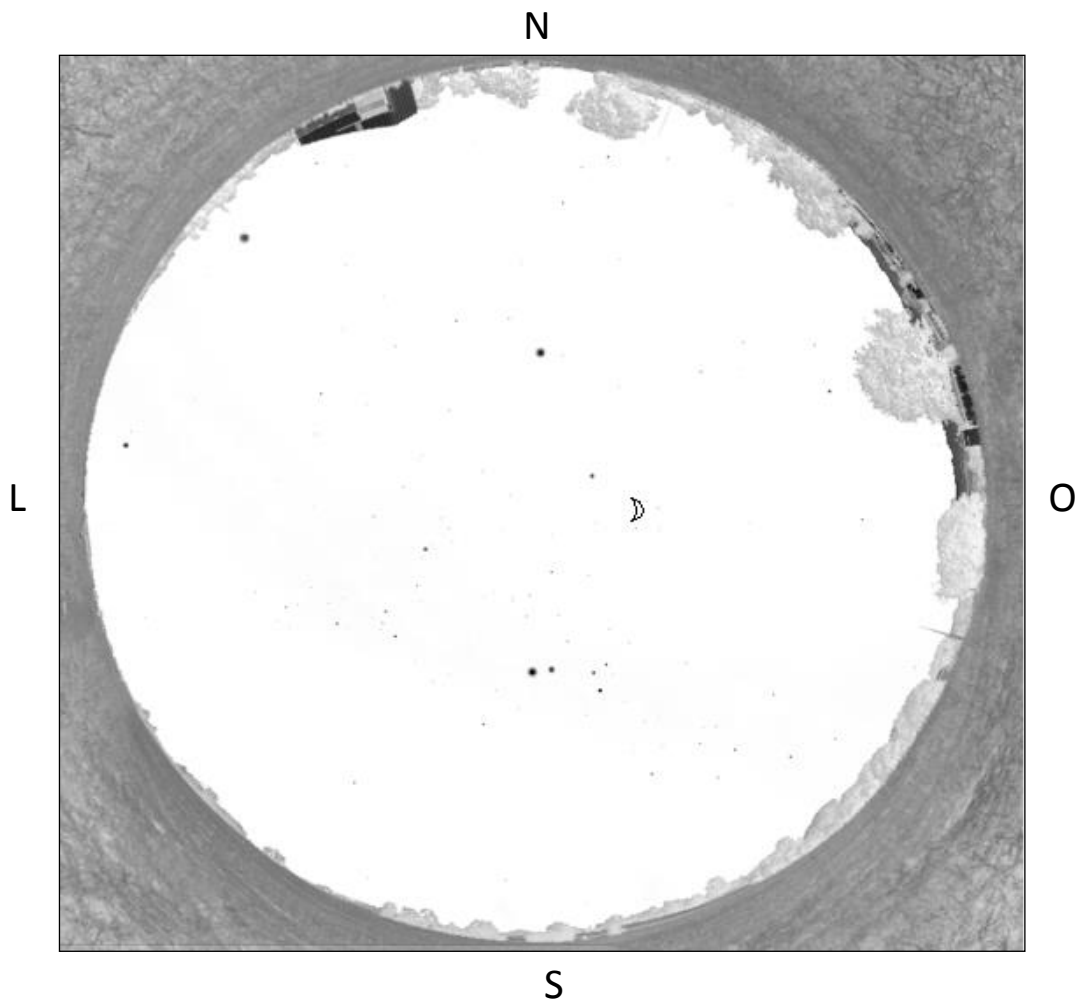


Figura 2: Exemplo de desenho do céu num círculo, com a indicação das posições da Lua (próximo ao centro, na forma de lua crescente) e de algumas das estrelas mais brilhantes visíveis na ocasião, com o horizonte desenhado na borda do círculo com o lado sul embaixo.

Importante: Todas as observações e respectivos desenhos do céu devem ser feitos como você se situando exatamente na mesma posição, com os desenhos mostrando a região do céu que estiver aparecendo acima do mesmo horizonte, com as mesmas referências desenhadas sobre ele.

4. Em cada desenho, as cinco estrelas mais brilhantes devem ser numeradas por ordem de brilho: nro. 1 a mais brilhante, nro. 2 a segunda mais brilhante, e assim por diante (anotar, no desenho, ao lado de cada uma destas cinco estrelas, em tamanho pequeno, o nro. correspondente).
5. Nas folhas de papel em que serão feitos os desenhos do céu devem ser anotados:
 - data, horário e condições do tempo (bom ou parcialmente nublado) de cada observação;
 - a cor de cada uma das cinco estrelas mais brilhantes. P. ex.:
1 – amarela; 2 – branca; 3 – laranja; 4 – azul; 5 – branca
6. Após a primeira observação, faça mais duas: uma na mesma noite, mas cerca de duas horas depois, e a outra numa outra noite, mas no mesmo horário de uma das duas primeiras observações. Siga o mesmo procedimento em todas as observações, observando o céu exatamente do mesmo local. Use as três folhas em anexo para fazer seus desenhos, preenchendo todos os dados indicados.
7. Responda às duas questões da folha a seguir e, depois, traga seus desenhos e respostas para a sala de aula, para apresentação ao professor e discussão dos resultados.

QUESTÕES

1) Você percebeu alguma mudança nos astros ou na posição em que eles apareciam no céu ao comparar a primeira e a segunda observação feitas na mesma noite?

() Não.

() Sim. Qual foi a mudança? _____

2) Você percebeu alguma mudança nos astros ou na posição em que eles apareciam no céu ao comparar as observações feitas no mesmo horário, mas em noites diferentes?

() Não.

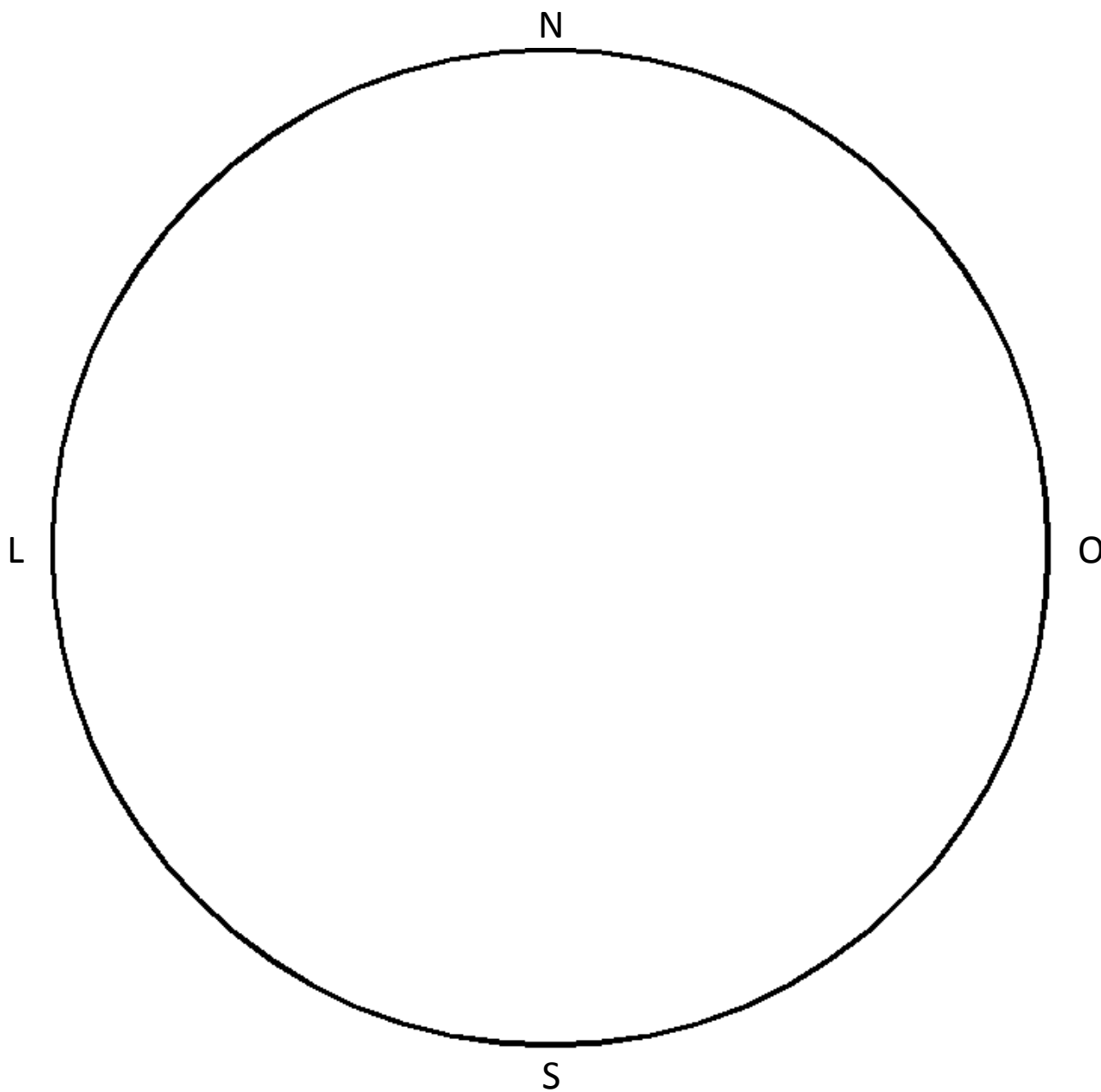
() Sim. Qual foi a mudança? _____

Faça seus três desenhos nas folhas a seguir, preenchendo todos os dados indicados.

Nome: _____ Turma: _____

Data: _____ Horário da observação: _____ Tempo: () Bom
() Parcialmente nublado

Desenho 1:



Estrelas mais brilhantes*:

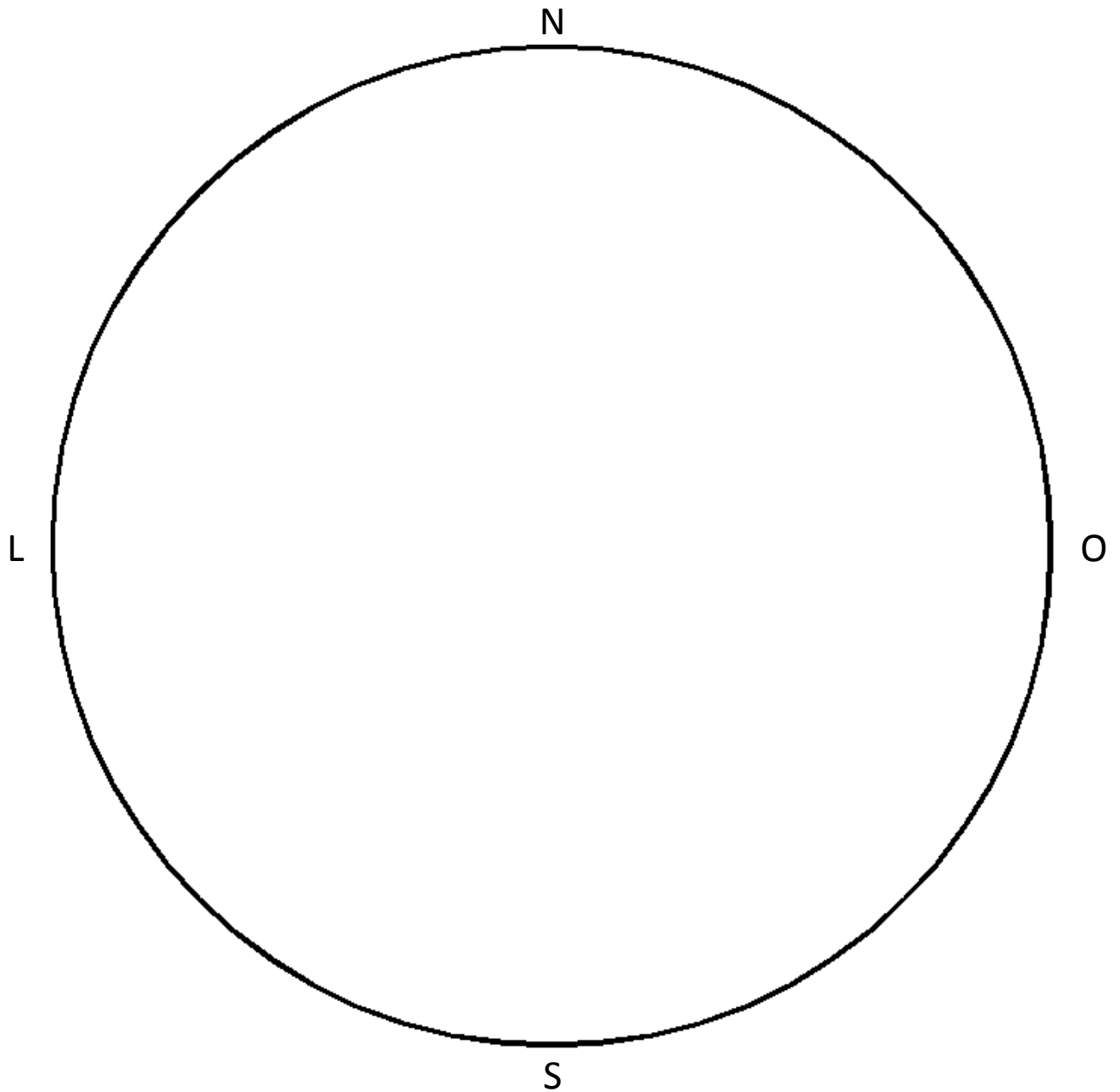
Nro.	Cor
1	
2	
3	
4	
5	

* Anotar no desenho, ao lado de cada uma das cinco estrelas mais brilhantes, em tamanho pequeno, o nro. correspondente.

Nome: _____ Turma: _____

Data: _____ Horário da observação: _____ Tempo: () Bom
() Parcialmente nublado

Desenho 2:



Estrelas mais brilhantes*:

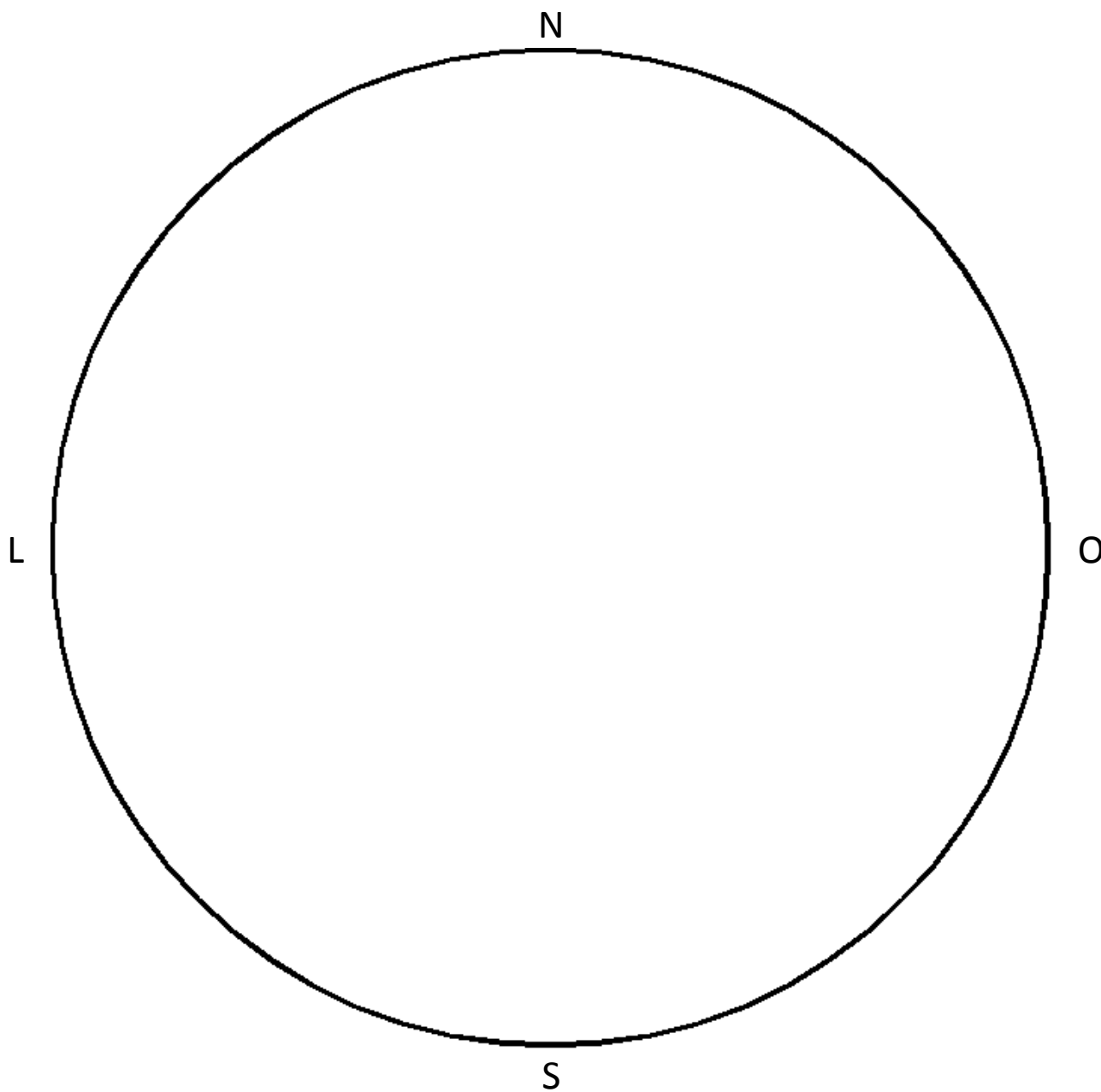
Nro.	Cor
1	
2	
3	
4	
5	

* Anotar no desenho, ao lado de cada uma das cinco estrelas mais brilhantes, em tamanho pequeno, o nro. correspondente.

Nome: _____ Turma: _____

Data: _____ Horário da observação: _____ Tempo: () Bom
() Parcialmente nublado

Desenho 3:



Estrelas mais brilhantes*:

Nro.	Cor
1	
2	
3	
4	
5	

* Anotar no desenho, ao lado de cada uma das cinco estrelas mais brilhantes, em tamanho pequeno, o nro. correspondente.

A.5 MANUAIS DE NAVEGAÇÃO E INSTALAÇÃO DO PROGRAMA *STELLARIUM*

Como primeira providência para realização das atividades que teremos a realizar, consiga um computador que tenha acesso à internet, para baixar o programa, e que você possa continuar utilizando durante o estudo. Baixe o software a partir de seu site oficial: <www.stellarium.org>. Existe, inclusive, uma tradução desta página em português: <www.stellarium.org/pt>. Note que ele é um programa multiplataforma. Baixe a versão compatível com o sistema operacional instalado em seu computador (Windows, Mac OS X ou Linux). Abra o arquivo executável e siga os passos indicados para sua instalação.

Logo após completar a instalação, abra o programa. Note que ele apresenta duas barras de menu, uma embaixo, outra na lateral esquerda. Para que elas apareçam, você deve mover o mouse até bem embaixo, ou até bem a esquerda. Se os textos que acompanham as opções não estiverem escritos em português, clique na opção “Configuration window” (Janela de configuração) do menu à esquerda. A seguir, clique na opção “Main” (Principal) da janela de configuração e, no primeiro quadro desta janela, escolha a opção “Português (Brazil)”, que fará com que todos os textos do programa apareçam traduzidos para o português. Clique no botão “Salvar configurações” para que o programa já inicie em português na próxima vez em que for aberto.

Depois clique na opção “Localização” (*Location*) do menu à esquerda, ou tecla F6, para abrir a janela de localização, e informe ao programa a localidade em que você está (esta indicação é fundamental, pois o céu visível muda de acordo com a posição do observador na superfície da Terra). Se você estiver, p. ex., na cidade de Cariacica, você pode clicar diretamente na sua posição aproximada no mapa-múndi que aparece nesta janela, ou procurar pelo nome da cidade na lista à direita (Cariacica, Brazil) e marcá-la, ou então entrar diretamente com os valores das coordenadas geográficas latitude e longitude do seu local de observação⁴ nos

⁴ No caso dos municípios da Grande Vitória, as coordenadas aproximadas são: latitude: 20° Sul (S); longitude: 40° Oeste (W).

campos destinados a isso, embaixo à esquerda. Note que, mesmo que você não more em Cariacica, mas numa localidade relativamente próxima a ela, como em qualquer outra localidade do estado do Espírito Santo, não há problema que você escolha Cariacica como localidade, pois o céu varia pouco entre localidades relativamente próximas. Uma vez feita a sua indicação, convém clicar na opção de usar essa localização como padrão (*default*), no canto inferior esquerdo da janela de localização. Feito isso, na próxima vez que usar o programa, você já estará posicionado na sua cidade.

Se você estiver executando o programa de dia, também convém mudar o horário para uma determinada hora da noite, por exemplo, para as 20 horas, para poder visualizar as estrelas. Faça isso clicando na opção Data/Hora do menu da esquerda, que abrirá uma janela onde, à esquerda, aparece a data no formato ano/mês/dia e, à direita, a hora no formato hora: minuto: segundo. Clique nos botões que aumentam ou diminuem os valores em cada campo para alterá-los e então observar o céu num horário noturno.

Comece explorando as funções básicas do programa quanto ao campo de visão e informações sobre os astros:

- Altere o campo de visão clicando com o botão esquerdo do mouse em qualquer ponto da tela e arrastando, levando a visão para a direção que você deseja, ou então usando as teclas com as setas $\uparrow\downarrow\rightarrow\leftarrow$ para mover o campo de visão para cima ou para baixo, para a direita ou para a esquerda.
- Use o botão de rolagem do seu mouse, ou as teclas $\text{Ctrl}+\uparrow$ ou $\text{Ctrl}+\downarrow$, ou ainda *Page Up/Down*, para fazer *zoom in/out* e ampliar ou reduzir o campo de visão.
- Clique com o botão esquerdo do mouse em qualquer objeto que estiver aparecendo. Ele ficará marcado e uma janela no alto à esquerda é aberta com diversas informações sobre o mesmo, como seu nome, magnitude (brilho), coordenadas e distância à Terra. Clicando com o botão direito do mouse em qualquer ponto da tela, o objeto é desmarcado e desaparece a janela com informações. Sempre que quiser ter o campo de visão livre da janela de informações, clique com o botão direito do mouse em qualquer ponto fora de eventuais janelas do menu que estiverem abertas. Ao fazer isso, as janelas do menu que estiverem abertas também ficarão transparentes.

- Se um objeto estiver marcado e você teclar a barra de espaço, o campo de visão será centralizado no objeto, o que será bastante útil se você desejar fazer, por exemplo, um *zoom* sobre ele.
- Você também pode fazer *zoom in/out* num objeto que já esteja marcado usando, respectivamente, as teclas / e \. Experimente fazer isso, p. ex., com a Lua ou com um planeta. Depois de fazer *zoom in* num planeta, como Júpiter ou Saturno, que possuem várias luas, também é interessante fazer *zoom in* sobre uma de suas luas, para vê-la de perto. Experimente.

A seguir explore as opções básicas da barra de menu que fica embaixo, em especial a que coloca ou retira o efeito da atmosfera (sem ela, mesmo de dia o céu seria negro e as estrelas, visíveis); a que coloca e retira o solo (ao retirá-lo, você poderá ver astros que estão abaixo do horizonte); as que colocam ou retiram os nomes, as figuras mitológicas e as linhas indicativas das constelações e as que inserem ou retiram as grades dos sistemas de coordenadas celestes equatorial e azimutal⁵.

Quanto ao ponto chave de domínio do tempo, quase tudo é possível nesse ambiente virtual, como o é nos planetários reais⁶:

- Você pode introduzir qualquer data e horário, para que o programa mostre o céu visível da sua localidade em qualquer ocasião desejada, no passado, presente ou futuro, por meio da opção disponível na barra de menu da esquerda, que abre uma janela com data e hora, as quais podem ser alteradas à vontade.
- Há comandos para acelerar e retardar a passagem do tempo na barra de menu que fica embaixo. A mesma coisa pode ser feita, de maneira mais prática, apertando as teclas J, K e L: J reduz a taxa de passagem do tempo, K faz o tempo passar à sua taxa normal, L acelera a taxa de passagem do tempo. Teclando repetidamente J e L

⁵ O sistema de coordenadas chamado de “azimutal” (*azimuthal*) no *Stellarium* corresponde ao sistema de [coordenadas astronômicas](#) também denominado “horizontal local” ou, simplesmente, “sistema horizontal”, no qual as coordenadas são o azimute e a altura.

⁶ O *Stellarium* é um software do tipo “planetário”, ou seja, tem recursos e permite visualizações semelhantes às obtidas nos planetários reais.

você pode acelerar/diminuir cada vez mais a taxa de passagem do tempo. Experimente. O efeito de aceleração da passagem do tempo será importantíssimo para a visualização dos movimentos dos astros nas atividades que proporemos a seguir. Por outro lado, ao teclar o número 7, a passagem do tempo é paralisada.

O *Stellarium* possui diversos outros recursos que você pode explorar seguindo as demais opções do menu, ou consultando a sua ajuda, na qual também há links para baixar o seu guia de usuário, e consultar suas FAQ, fórum e Wiki.

Outras teclas de atalho:

- Tecla A: desliga e liga o efeito atmosfera.
- Tecla E: desliga e liga a grade equatorial.
- Tecla =: adiciona um dia solar ao tempo.
- Tecla -: retorna ao dia anterior.
- Tecla]: faz o tempo avançar de uma semana.
- Tecla [: faz o tempo retroceder em uma semana.
- Tecla (vírgula): liga e desliga o caminho descrito pelo Sol entre as estrelas, que recebe o nome de “linha da eclíptica” ou, simplesmente, “eclíptica”.
- Tecla G: desliga e liga o efeito chão (*ground*).
- Tecla (ponto): desliga e liga o equador celeste.
- Tecla Q: desliga e liga os pontos cardeais.
- Tecla Shift+T: desliga e liga a trajetória dos planetas na esfera celeste.
- Tecla Ctrl-S: grava a tela mostrada no Stellarium, salvando-a na sua área de trabalho ou em outra pasta que você pode indicar na janela Configuração/Ferramentas.

Referências

BISCH, Sérgio Mascarello. **Introdução à astronomia**. Vitória: UFES, Núcleo de Educação Aberta e a Distância, 2012.

STELLARIUM.ORG. **Stellarium 0.12.0**, jan 2013. Software livre do tipo planetário. Disponível em: <<http://www.stellarium.org/>>. Acesso em 24 jan 2013.

A.6 ROTEIROS DA ATIVIDADE “CONFECCIONANDO UM MODELO TRIDIMENSIONAL DA CONSTELAÇÃO DO CRUZEIRO DO SUL EM ESCALA REAL DE DISTÂNCIAS”

Por meio de uma atividade lúdica tentaremos dar a noção de tridimensionalidade do Céu noturno aos alunos.

Inicialmente o professor aplicador pode, com o auxílio de recursos midiáticos (*Datashow*), apresentar um foto da Constelação do Cruzeiro do Sul, como a seguir:



Figura 3: Foto apresentada aos alunos na atividade “Confeccionando um modelo tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul em escala real de distâncias”. Fonte:

<https://c2.staticflickr.com/4/3142/5709066336_66599e86a3z.jpg>, acesso em 01/08/2014.

Nessa foto fica caracterizado um grande número de estrelas. Nesse momento da apresentação o professor pode fazer comentários a respeito da poluição luminosa, um fenômeno que proporcionalmente cresce com o advento do progresso, solicitando que os alunos reflitam se no céu do seu bairro é possível observar “tantas” estrelas.

O próximo passo é o reconhecimento dessa Constelação: “Cadê a Constelação do Cruzeiro do Sul?”.

Solicite que os alunos indiquem, por exemplo, com os dedos (fazendo na fotografia projetada a indicação da Constelação), caso a sua aula esteja ocorrendo no turno noturno, vá até o pátio e faça uma observação do Céu, procurando evidenciar a localização da Constelação do Cruzeiro do Sul na abóbada celeste.

Vale ressaltar que esta Constelação é característica do Hemisfério Sul e ela aparentemente gira, ao longo da noite e do dia, em torno da direção do eixo de rotação da Terra.

Durante o momento da observação, seja na fotografia ou no ar livre, o professor aplicador deve instigar o aluno de como ele “imaginaria” que cada estrela que compunha a Constelação Cruzeiro do Sul está posta no espaço: “Será que estas estrelas estão lado a lado?” “E as distâncias entre elas?” “Estas estrelas estariam cravejadas no Céu?”.

Essas indagações servem para “atiçar” o debate em torno da observação. Nesse momento o professor aplicador precisa ser apenas um mediador, procurando provocar o discurso entre os alunos e, logicamente, anotando os principais pontos (ou tópicos) discutidos nesse embate.

A ideia desse debate é fundamental, pois nele o professor aplicador terá uma noção de como os seus alunos observam e entendem o céu noturno. No projeto de dissertação de mestrado em que utilizamos esta atividade, foi verificada (por meio de questionários) uma concepção de céu ingênua, sem a noção real de sua profundidade e tridimensionalidade como se o céu fosse “chapado”.

Após todo esse processo de debates, o professor aplicador deve iniciar a confecção do modelo tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul.

O retorno para sala é essencial, porém se o professor aplicador preferir realizar esse momento no pátio da escola não haverá impedimentos.

Como referência das distâncias a figura abaixo é de grande valia. Nela há o desenho da Constelação do Cruzeiro do Sul e os nomes de cada estrela que a compõem.



Figura 4: Nome das estrelas que compõem a Constelação do Cruzeiro do Sul. Fonte: <http://observacoesnocturnas.blogspot.com.br/2009/07/astronomia-das-bandeiras-cruzeiro-do.html>

De posse dos nomes de cada estrela, o próximo passo é apresentar as distâncias na qual estas estrelas estão do plano de observação.

De acordo com Longhini (2009) a relação das distâncias das cinco estrelas em relação à Terra é a seguinte:

- Estrela de Magalhães ou Acrux (359 anos-luz);
- Mimosa (424 anos-luz);
- Rubídea ou Gacrux (88 anos-luz);
- Pálida (257 anos-luz);
- Intrometida (58 anos-luz);

A escala adotada de conversão para a nossa confecção do modelo tridimensional foi:

- Considerar 1 ano-luz como sendo igual a 0,1 cm

E assim, numa regra de três simples encontramos os seguintes valores:

- Estrela de Magalhães ou Acrux = 35,9 cm;
- Mimosa = 42,4 cm;
- Rubídea ou Gacrux = 8,8 cm;
- Pálida = 25,7 cm;
- Intrometida = 5,8 cm;

Essas distâncias convertidas serão adotadas na maquete (será o comprimento do palito de “churrasco”).

De posse destas informações, o professor já pode entregar um “kit” para cada grupo formado (grupos de 4 a 5 alunos). Cada “kit” deve possuir (ao menos):

- 10 bolinhas de isopor de 5 cm;
- 10 palitos de churrasco;
- 1 folha de isopor;
- Régua escolar de 50 cm;
- Tesourinha escolar (sem ponta);

Basicamente os alunos deverão desenhar uma cruz na superfície da placa de isopor. Após o desenho desta cruz, os alunos, observando a Figura 1 e a conversão das distâncias, devem montar as hastes com os palitos de churrasco, será à distância (“em escala real”) do plano do observador a cada estrela (representada pelas bolinhas de isopor) que compõe a constelação do Cruzeiro do Sul.

Durante a confecção do modelo, o professor aplicador pode ir fazendo comentários em cada grupo, procurando evidenciar a tridimensionalidade do Céu noturno.

Basicamente ao término, cada modelo deverá ter essa aparência, conforme a Figura 5.

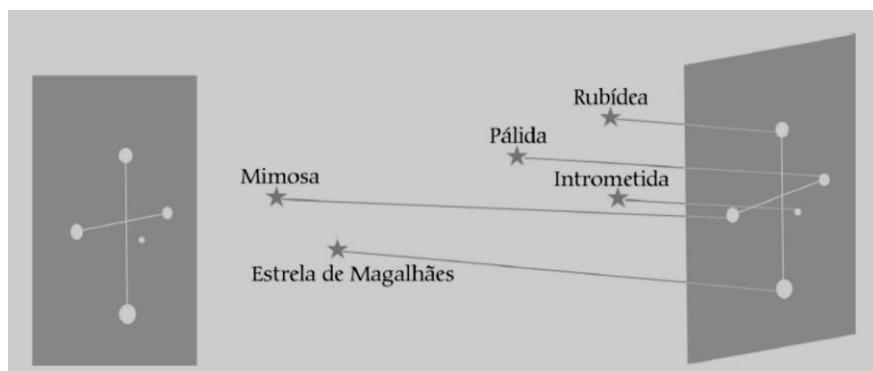


Figura 5: Representação da tridimensionalidade do céu noturno pela Constelação do Cruzeiro do Sul

A figura 6 demonstra ilustra a realização dessa atividade.



Figura 6: Realização da atividade “Confeccionando um modelo tridimensional da constelação do Cruzeiro do Sul em escala real de distâncias” em sala de aula. Fonte: autor.

Na finalização da atividade é necessário que o aluno deixe o seu modelo em pé, na vertical (conforme a figura 5), e peça-o que se afaste. À medida que ele for se afastando, peça um relato: “O que você observa? As estrelas parecem estar lado a lado? Mas elas estão lado a lado?”.

Após atividade, um debate em torno do “por quê” de se observar a constelação do Cruzeiro do Sul no céu noturno e perceber, aparentemente, que elas estão lado a lado será de extrema importância. Vale ressaltar que o professor aplicador deve ter o papel de “mediador” procurando táticas para que o aluno perceba que o fator primordial são as distâncias envolvidas entre as estrelas da Constelação e o aluno observador.

Referência

LONGHINI, Marcos D. Será o cruzeiro do Sul uma cruz? Um novo olhar sobre as constelações e seu significado. **Física na Escola**, V.10, n.1, pp. 26-29, 2009

A.7 ROTEIRO DA DINÂMICA “CONSTRUINDO O SISTEMA SOLAR EM ESCALA REAL DE DISTÂNCIAS”

O intuito desta atividade é demonstrar, ludicamente, as dimensões do Sistema Solar (no quesito distância entre os planetas em relação ao Sol). Nesta dinâmica cada aluno será um planeta e o Sol será representado por uma esfera de isopor de 20 cm de diâmetro.

A atividade deve ser realizada no corredor da escola, ou em espaço equivalente, desimpedido, em se possa percorrer uma longa distância em linha reta. Observe se o corredor da escola, ou o espaço equivalente, seja extenso o suficiente, com, pelo menos, mais de 40 m. Caso contrário, procure algum outro local. Por exemplo, a quadra de esportes ou o campo de futebol (que nesta escala adotada, só chegaria até Marte ou Júpiter) para a realização dessa atividade. Obviamente procure um local seguro.

Na sala, utilizando recursos midiáticos, por exemplo, um *Datashow*, apresente a Figura 7 abaixo:



Figura 7: Representação do Sistema Solar: existe algum erro na apresentação desta figura?

Fonte: <http://observacoesnocturnas.blogspot.com.br/sistema-solar.html>

No momento da apresentação da Figura 7, o professor aplicador deve propor um debate em torno das distâncias informadas pela projeção: “A figura mostrada está em escala real?”, “Seriam essas as reais distâncias dos planetas ao Sol e entre si?”.

Neste debate o professor aplicador tem de ser um mediador, provocando os “embates” procurando observar manter as discussões em torno das distâncias dos planetas (entre si) e em relação ao Sol.

Logo após o debate, o professor aplicador deve apresentar as distâncias dos planetas em relação ao Sol (escrita no quadro ou utilizando recursos midiáticos).

As distâncias reais dos planetas em relação ao Sol:

- Mercúrio = 57,97 milhões de km;
- Vênus = 108,16 milhões de km;
- Terra = 149,6 milhões de km;
- Marte = 228,0 milhões de km;
- Júpiter = 778,4 milhões de km;
- Saturno = 1427,0 milhões de km;
- Urano = 2869,6 milhões de km;
- Netuno = 4496,6 milhões de km;

Nessa atividade o Sol será representado por uma esfera de isopor de aproximadamente 20,0 cm de diâmetro. Como o Sol possui um diâmetro, aproximado, de 1.392.000,00 km, calculamos o fator de escala:

- $139.200.000.000 \text{ cm} / 20,0 \text{ cm} = 6.960.000.000$

De posse desse valor, somos capazes de calcular um modelo em escala reduzida do Sistema Solar, dividindo as distâncias reais pelo fator de escala. Esses cálculos devem ser realizados em sala, juntamente com os alunos. Durante a execução algébrica seria muito útil que o professor aplicador informasse seus alunos o “porquê” dessa escala. Obviamente que é para manter as proporções reais do Sistema Solar que será representado, em escala reduzida, dentro da escola.

Ao final dos cálculos as distâncias dos planetas em relação ao Sol, em escala reduzida, em valores aproximados, devem ser:

- Mercúrio = 8,3 m;
- Vênus = 15,5 m;
- Terra = 21,4 m;
- Marte = 32,6 m;
- Júpiter = 111,2 m;

- Saturno = 204,0 m;
- Urano = 410,0 m;
- Netuno = 642,4 m;

Após os cálculos, o professor aplicador deve estabelecer um parâmetro que pode ser discutido com os alunos:

“Qual é o comprimento da medida de um passo de um adulto?”.

Esse valor é de aproximadamente 1 m, se o adulto der um passo grande. Ele deve ser aferido com a utilização de uma régua escolar.

Continuando o desenvolvimento da dinâmica, pergunte aos alunos:

“Quantos passos a partir do Sol, representado pela esfera de isopor de 20 cm, que permanecerá fixa em algum ponto da escola, devem ser dados para chegar a cada planeta?”.

As medidas abaixo (em valores aproximados), a partir do Sol (que ficou fixo num determinado ponto do corredor), foram as adotadas na execução da atividade relatada na dissertação:

- Mercúrio = 8 passos;
- Vênus = 16 passos;
- Terra = 21 passos;
- Marte = 33 passos;
- Júpiter = 111 passos;
- Saturno = 204 passos;
- Urano = 410 passos;
- Netuno = 642 passos;

De posse dos valores, o professor aplicador e os alunos terão a noção do melhor local a ser realizada essa dinâmica.

Fixe a esfera de isopor em um determinado ponto e conte os passos para cada planeta. Exemplificando: a oito passos da esfera de isopor, um aluno deverá se sentar. Esse aluno será o representante do planeta Mercúrio.

Repita a dinâmica para os demais planetas.

A visualização do aluno das dimensões do Sistema Solar torna-se mais evidente quanto mais planetas o professor aplicador conseguir representar nessa dinâmica. E essa representação vai depender do local de onde vai se dar a dinâmica desta atividade.

Quando o professor-aplicador chegar na representação do planeta Terra, peça aos alunos que observem a esfera de isopor (nesse caso a representação do Sol). Solicite então uma comparação do tamanho aparente da bola de isopor, que está representando o Sol, com o do disco solar verdadeiro visualizado aqui da Terra. A percepção deverá ser a de estes dois tamanhos aparentes (angulares) são iguais.

Avançando em direção a Marte, nessa representação, procure indagar os alunos sobre o que eles estão achando das distâncias envolvidas no Sistema Solar, se elas se parecem com o que costuma ser apresentado nos livros didáticos e com a imagem projetada em aula. Nesse ponto já há a possibilidade de um bom debate em torno desse assunto.

Dependendo das dimensões da sua escola, nesse ponto você já se pode discutir se nessa atividade será possível representar os “planetas exteriores” (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) ou, se não o for, até que planeta seria possível representar.

Ao final da dinâmica o professor deve fazer uma explanação final das dimensões do Sistema Solar, dos “vazios” encontrados entre os planetas e, principalmente, refazer a pergunta inicial: “Na primeira figura apresentada, uma representação do Sistema Solar, ela está coerente com o que observamos hoje?”.

Nesse momento o professor aplicador deve ser apenas um mediador do debate, procurando levar às conclusões e considerações finais dos alunos.

Referências:

Observatório Educativo Itinerante

Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/oei/>>. Acesso em 25 de Agosto de 2013.

Observatório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/observatorio/>. Acesso em 25 de Agosto de 2013.

A.8 ROTEIRO DA “OBSERVAÇÃO DO CÉU NOTURNO COM TELESCÓPIO”

Nessa atividade, o essencial é a utilização de um telescópio. O Observatório Astronômico da Universidade Federal do Espírito Santo (OA/UFES) disponibiliza aos professores, seja da rede pública ou privada, todo apoio material e pedagógico nesse tipo de atividade, buscando contribuir para a formação continuada e a autonomia do professor na execução de seus projetos de ensino de Astronomia.

É dado um pequeno treinamento para que o próprio professor aprenda a operar um dos telescópios portáteis do OA/UFES, planeje suas observações e prepare um roteiro para a sua sessão de observação do céu com o telescópio, que ele próprio deverá promover para seus alunos.

Após o treinamento, é feito um empréstimo de um dos telescópios ao professor por um prazo suficiente para a execução de seu projeto de observação do céu.

A única exigência do Observatório é que, na devolução do telescópio, o professor também apresente um relatório das atividades desenvolvidas.

O professor interessado em realizar esse tipo de atividade pode entrar em contato com o Observatório Astronômico da UFES, técnica Ana Elisa Ferreira ou Prof. Sérgio M. Bisch, nos contatos abaixo:

Tel.: 27-3335.2194 ou 27-3335.7733

E-mail: elizabrum@yahoo.com.br ou sergiobisch@gmail.com

A.9 VISITA AO PLANETÁRIO DE VITÓRIA

Para finalizar a sequência didática, uma visita ao Planetário de Vitória, ou outra instituição congênere é fortemente aconselhada. O Planetário de Vitória oferece um atendimento especial a professores, havendo a possibilidade de elaboração e/ou adaptação de sessões de acordo com os interesses pedagógicos do professor.

A sessão apresentada à escola que participou do projeto que serviu de base à presente dissertação foi realizada com uma interatividade muito grande, com os estudantes sendo instigados a todo instante. Nessa sessão, que também se intitulou “Nossa Posição no Universo”, se buscou apresentar uma síntese dos principais temas de Astronomia trabalhados durante a sequência didática.

O Planetário de Vitória fornece apoio pedagógico a todos os professores interessados no desenvolvimento de atividades de ensino de Astronomia. Suas informações para contato seguem abaixo:

Site: <http://planetariodevitoria.org/>

Telefones: (27) 3335.2489 e (27) 3227.2531

Endereço: Planetário de Vitória

Av. Fernando Ferrari, 514,
Campus Universitário - Goiabeiras
Vitória/ES
CEP: 29075-910..

A.10 A ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

A entrevista foi realizada no dia 18/11/2013, com os alunos da EEEFM Alzira Ramos que participaram de toda sequência didática “Nossa posição no Universo”. A finalidade de tal entrevista foi observar se houve atribuição de significado aos conteúdos apresentados pela sequência, ou seja, se a proposta conseguiu promover algum entendimento nos seguintes quesitos:

- *O céu como nossa janela para o Universo;*
- *Os principais componentes do universo visível;*
- *A estrutura espacial do Universo,*
- *A idade do Universo;*

Assim, a entrevista foi estruturada procurando vislumbrar, dos quesitos apresentados acima:

- *O reconhecimento do céu noturno e do que nele é possível observar: a Lua, planetas, estrelas, constelações e, quando possível, a Via Láctea;*
- *Composição, natureza e, principalmente, escalas de distância e tamanho dos planetas, estrelas e galáxias;*
- *A organização no espaço dos principais componentes do universo visível;*
- *A comparação entre o tempo de existência do Universo com o da espécie humana na Terra e com a vida humana;*

A parte estruturada da entrevista envolveu a formulação das seguintes oito perguntas:

- 1) Um aluno da EEEFM Alzira Ramos disse que, olhando para o céu do seu bairro a olho nu, numa noite sem nuvens, só é possível ver estrelas no céu. Você acha que ele está certo?
- 2) Quais são os principais objetos (ou astros) que compõem o nosso Universo?
- 3) Desses objetos, relatados por você, qual o que fica mais perto da Terra?
- 4) Dos corpos (ou objetos) celestes que você citou nas perguntas anteriores, coloque-os numa ordem de tamanho.

- 5) Imagine que você olhe para o céu hoje à noite e veja a constelação do Cruzeiro do Sul, lembra-se dela? Caso você veja novamente a constelação do Cruzeiro do Sul, numa outra noite, daqui a 10 anos, ela vai parecer igual, ou mudará alguma coisa? O que você acha?
- 6) Se todo o tempo de existência do Universo, desde sua origem até o dia de hoje, fosse compactado em um ano: o Universo teria sido criado às 0 h do dia primeiro do ano, e hoje é meia noite do último dia do ano (31 de dezembro), em que mês, dia e horário aproximados teria ocorrido:
- a formação da Terra (citar em jan, fev, mar, etc.);
 - o aparecimento dos primeiros homens (citar);
 - o seu nascimento (citar).
- 7) Hoje, quando você olha para o céu noturno, sem nuvens, você o observa da mesma maneira que antes (“antes do projeto”)?
- 8) E em relação ao que você imaginava sobre o Universo, agora (depois do projeto) você pensa diferente, ou você continua imaginando do mesmo jeito? E sobre a nossa posição (localização) dentro do Universo, mudou alguma coisa em relação ao que você imaginava antes (do projeto)?

APÊNDICE B

TRANSCRIÇÕES DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS

B.1 TRANSCRIÇÕES DAS RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS

Nas transcrições a seguir é utilizada a nomenclatura: letra “E” (de “estudante”) seguida de um número de 1 a 14 para identificação de cada um dos quatorze estudantes, sujeitos de nossa pesquisa. Em cada questão, a resposta dada pelo estudante no questionário inicial Qi é seguida, logo após, pela resposta dada por este mesmo estudante, à mesma questão, no questionário final Qf, conforme indicado, entre parênteses, nas respostas do estudante E1 à primeira questão, logo abaixo. Quando o espaço destinado à resposta do estudante acha-se em branco, isso significa que ele não respondeu à questão.

1) O que é possível ver no céu quando olhamos para ele numa noite escura, sem nuvens?

E1: Estrelas e a Lua. (Resposta dada pelo estudante 1 no questionário inicial.)

E1: Podemos vê a Lua, estrelas e alguns planetas que geralmente são confundidos com estrelas. (Resposta dada pelo mesmo estudante 1 no questionário final.)

E2: Várias estrelas, algumas com mais facilidade do que outras.

E2: Várias estrelas, algumas mais perto outras mais longe e também alguns planetas bem distantes.

E3: Estrelas, Lua.

E3: Corpos Celestes, Estrelas, Planetas, etc.

E4: Lua, estrela e algumas constelações.

E4: Estrelas, constelações e aparentemente um pedaço da Via Láctea.

E5: Muitas estrelas.

E5: Milhares de estrelas e alguns planetas.

E6: Estrelas.

E6: Vemos algumas estrelas, conjunto dela, a Lua em determinada fase...

E7: Lua e estrelas.

E7: Estrelas e planetas.

E8: Estrela e Lua.

E8: Algumas estrelas.

E9: Estrelas.

E9: Estrelas e planetas.

E10: Estrelas, Lua

E10: Estrelas, Lua, Planetas, Satélites

E11: Estrelas

E11: Estrelas, Planetas, Lua.

E12: Estrelas.

E12: Em uma região bem iluminada pela cidade, no céu não é possível ver muitas estrelas. No interior o céu é bem mais cheio de estrelas, constelações e alguns planetas.

E13: Estrelas.

E13: Estrelas

E14: Estrelas

E14: Estrelas

2) Para você, o que é uma constelação?

E1: É um conjunto de estrelas.

E1: É um conjunto de estrelas.

E2: É uma cadeia de estrelas juntas.

E2: Constelação = conjunto de estrelas.

E3: Conjunto de estrelas.

E3: conjunto de Estrelas.

E4: Conjunto de estrelas.

E4: Conjunto de estrelas, formando um desenho que o nome é colocado com fatos históricos passados.

E5: Um agrupamento de estrelas.

E5: Um conjunto (agrupamento) de estrelas.

E6: É um conjunto de estrelas.

E6: É um conjunto de estrelas onde para os humanos, elas reunidas, formam algum tipo de “desenho”, sinal, etc...

E7: Um conjunto de estrelas.

E7: Um conjunto de estrelas.

E8: Conjunto de estrelas.

E8: É um conjunto de estrelas.

E9: Um conjunto de estrelas.

E9: São conjuntos de estrelas.

E10: Não Sei.

E10: Lugar onde ficam as Estrelas.

E11: Não sei.

E11: Conjunto de estrelas.

E12: Conjunto de estrelas.

E12: É um conjunto de estrelas que formam um certo desenho.

E13:

E13: É uma área totalmente definida da esfera celeste.

E14:

E14: Uma cadeia de estrelas juntas.

3) Você sabe identificar alguma constelação no céu?

() Não

() Sim. Qual(is)?

E1: x “não”

E1: x “sim”. Escorpião, Cruzeiro do Sul.

E2:

E2: x “sim”. Cruzeiro do Sul.

E3: x “sim”. Cruzeiro do Sul, Escorpião.

E3: x “sim”. Cruzeiro do Sul, Escorpião.

E4: x “sim”. Três Marias.

E4: x “sim”. Três Marias, Órion.

E5: x “não”.

E5: x “não”.

E6: x “não”

E6: x “sim”. Cruzeiro do Sul, Três Marias.

E7: x “não”

E7: x “sim”. A de Escorpião.

E8: x “não”

E8: x “não”

E9: x “sim”. Três Marias.

E9: x “sim”. Três Marias.

E10: x “não”

E10: x “sim”. Cruzeiro do Sul

E11: x “não”

E11: x “sim”. Cruzeiro do Sul

E12: x “sim”. 3 Marias.

E12: x "sim". *Cruzeiro do Sul, 3 Marias e Cão Maior.*

E13: x "não"

E13: x "sim". *Cruzeiro do Sul, Escorpião.*

E14: x "sim". *Três Marias.*

E14: x "sim". *Três Marias, Cruzeiro do Sul.*

4) Você acha que é possível ver algum planeta quando olhamos para o céu noturno a olho nu?

Não

Sim. Qual(is)?

E1: x "não"

E1: x "sim". *Vênus.*

E2: x "sim". *As Três Marias.*

E2: x "sim". *Vênus, Marte.*

E3: x "sim". *Netuno.*

E3: x "sim". *Saturno, Vênus.*

E4: x "não"

E4: x "sim" *Vênus.*

E5: x "não".

E5: x "sim". *Marte, Júpiter.*

E6: x "não"

E6: x "sim". *Vênus.*

E7: x "não".

E7: x "sim". *Vênus.*

E8: x "não".

E8: x "sim". *Vênus e Júpiter.*

E9: x "não".

E9: x "sim". *Saturno.*

E10: x "não"

E10: x "sim". *Saturno, Vênus*

E11: x "não"

E11: x "sim". *Vênus e Saturno.*

E12: x "sim". *Netuno.*

E12: x "sim". *Saturno, Vênus, Júpiter.*

E13: x "não"

E13: x "sim". Saturno, Vênus, Júpiter.

E14: x "sim". A estrela mais acesa.

E14: x "sim". Vênus, Saturno.

5) Todos os pontos brilhantes que são visíveis a olho nu no céu noturno são estrelas?

Sim

Não. Neste caso, o que eles podem ser?

E1: x "sim".

E1: x "não". Planetas.

E2: x "sim".

E2: x "não". Planetas.

E3: x "não". Planetas

E3: x "não". Planetas, satélites, cometas.

E4: x "sim".

E4: x "não". Alguns podem ser planetas.

E5: x "sim".

E5: x "não". Planetas.

E6: x "não".

E6: x "não". Planetas, lixos espaciais, meteoros (meteoritos).

E7: x "sim"

E7: x "não". Planetas.

E8: x "sim".

E8: x "não". Um planeta.

E9: x "sim"

E9: x "não". Planetas.

E10: x "sim"

E10: x "não". Planetas

E11: x "não". Um avião, alguma coisa.

E11: x "não". Planetas.

E12: x "não". Planetas.

E12: x "não". Rochas, Cometas, Lixo espacial, Planetas.

E13: x "sim"

E13: x "não". Planetas.

E14: x “sim”

E14: x “não”. Planetas.

6) O que é uma estrela?

E1: É um corpo celeste que possui luz própria.

E1: É uma esfera luminosa, mantida pela gravidade.

E2:

E2: Um corpo gasoso, constituído de gases.

E3: Corpo celeste.

E3: Corpo celeste que emite luz.

E4: Esfera de plasma bem iluminada.

E4: É um corpo formado de plasma.

E5: Um corpo.

E5: É um corpo gasoso.

E6:

E6: Um ponto luminoso no céu, onde cada qual tem o seu tamanho, distância e intensidade de brilho e pode ser facilmente confundida com outros “corpos” que circulam o céu.

E7:

E7:

E8: É um corpo celeste que possui luz própria.

E8: É um ponto brilhante no céu.

E9: Não sei.

E9: Ela é formada de plasma.

E10:

E10: Um astro

E11: É um corpo celeste que possui luz própria.

E11: Corpo celeste com luz própria

E12: Uma fonte de luz.

E12: Uma fonte de luz.

E13:

E13: É uma grande e luminosa esfera de plasma, mantida pela gravidade.

E14:

E14: São corpos luminosos no espaço.

7) Você conhece o nome de alguma estrela?

Não

Sim. Qual(is)?

E1: x "sim". Ursa maior.

E1: x "sim". Sol.

E2: x "sim". Três Marias.

E2: x "sim". As Três Marias e a Dalva (porém é um planeta).

E3: x "sim". Órion.

E3: x "sim". Sol

E4: x "sim". Sírius.

E4: x "sim". Sírius, Cão Maior.

E5: x "não"

E5: x "não"

E6: x "não"

E6: x "sim". Sírius, Cão Maior, Sol.

E7: x "sim". Ursa Menor.

E7: x "sim". Sol.

E8: x "não".

E8: x "sim". Cão Maior.

E9: x "não".

E9: x "sim". Cão Maior.

E10: x "sim". Cadente.

E10: x "sim". Sírius.

E11: x "sim". Sol

E11: x "sim". Sol

E12: x "sim". Órion.

E12: x "sim". Órion, Sol.

E13: x "não"

E13: x "sim". Sol

E14: x "não".

E14: x "sim". O Sol.

8) O que seria a Lua para você?

*E1: A Lua é um satélite natural.
E1: A Lua é um satélite natural da Terra.*

*E2: Um natural satélite da Terra.
E2: Satélite natural.*

*E3: Apenas um satélite natural da Terra.
E3: Satélite natural da Terra.*

*E4: Satélite Natural
E4: Satélite Natural da Terra*

*E5: Uma estrela.
E5: Um satélite natural e luminoso.*

*E6:
E6: Caracterizado por 4 fases (Cheia, Nova, Crescente e Minguante), receptor de iluminação do Sol, indica um eclipse, o solstício de verão/inverso e equinócio de primavera/outono.*

*E7: Um satélite natural.
E7: Um satélite natural.*

*E8:
E8: Satélite natural.*

*E9:
E9: Satélite natural da Terra.*

*E10: Não sei.
E10: Satélite da Terra.*

*E11: Satélite natural da Terra.
E11: Satélite natural da Terra.*

*E12: Satélite natural
E12: Um satélite natural da Terra*

*E13: É um planeta.
E13: É um único satélite natural da Terra.*

*E14: Satélite natural da Terra.
E14: Satélite natural da Terra.*

9) E o que seria um planeta?

*E1:
E1: É um corpo celeste que orbita uma estrela.*

E2:
E2:

E3: *Não sei explicar.*
E3: *Um corpo que geralmente gira em torno de uma estrela.*

E4: *Conjunto de massa*
E4: *Conjunto de massa*

E5: *Um corpo.*
E5: *Um corpo constituído de gases, outros são sólidos.*

E6:
E6: *Um elemento sólido (rochoso) ou líquido, que possui suas particularidades. Exemplo o planeta Terra, pois uma das suas maiores diferenças entre os demais planetas é a existência de vida (ser vivo).*

E7:
E7:

E8:
E8:

E9:
E9:

E10:
E10:

E11:
E11:

E12:
E12: *Um composto de água, Terra, ar e gelo.*

E13:
E13: *É um corpo celeste que orbita uma estrela.*

E14:
E14: *São corpos no espaço.*

10) O Sol pode ser considerado uma estrela?
() Sim
() Não. Então o que seria o Sol?

E1: *x "sim"*
E1: *x "sim"*

E2: x "sim"

E2: x "sim"

E3: x "sim"

E3: x "sim"

E4: x "sim"

E4: x "sim"

E5: x "sim"

E5: x "não". Um astro.

E6: x "sim"

E6: x "sim"

E7: x "sim"

E7: x "sim"

E8: x "sim"

E8: x "sim"

E9: x "não". Não sei o porquê.

E9: x "sim".

E10: x "sim"

E10: x "sim"

E11: x "sim"

E11: x "sim"

E12: x "sim"

E12: x "sim"

E13: x "sim"

E13: x "sim"

E14: x "sim".

E14: x "sim"

11) O que você acha que é uma galáxia?

E1:

E1: Galáxia é formada por várias estrelas e planetas.

E2:

E2: Parece um gás em volta da Terra, com várias cores e estrelas.

E3: Um aglomerado de estrelas, planetas, poeira e outros corpos.

E3: Um aglomerado de planetas e estrelas.

E4: Conjunto de planetas, esferas de plasma, de constelações.

E4: É um conjunto de planetas, de estrelas, de constelações...

E5: Um conjunto de planetas e corpos estelares.

E5: Galáxia seria um conjunto de corpos celeste, entre eles, estrelas, planetas, cometas.

E6:

E6: Há o infinito de galáxias por todo o Universo. Cada uma com tamanhos, cores e intensidades de compostos, onde englobam planetas, centenas de estrelas e diversas coisas mais.

E7:

E7: É um sistema que tem várias estrelas e planetas.

E8:

E8: Galáxia é uma parte do céu estrelado, onde fica junto com o sistema solar.

E9: Não sei.

E9: Conjunto de todas as estrelas e planetas.

E10: É onde ficam os planetas.

E10: É onde ficam as estrelas e os planetas.

E11:

E11: É um sistema que possui as estrelas e os planetas.

E12:

E12: Um conjunto de sistemas de estrelas que formam uma galáxia.

E13:

E13: É um grande sistema, constituinte por várias estrelas e planetas.

E14:

E14: É um conjunto formado por planetas e estrelas.

12) Considere agora que você esteja se preparando para uma viagem espacial fantástica, rumo ao infinito, elevando-se na vertical e se afastando cada vez mais do seu ponto de partida, mas mantendo seu olhar sempre voltado na direção deste seu ponto de partida na superfície da Terra. Você partirá desta sala. À medida que você se distancia do chão da sala, da escola, do seu bairro, você perceberá que, devido ao aumento da distância, você verá os objetos ficando cada vez menores, mas, ao mesmo tempo, será capaz de ver uma região cada vez maior. Abaixo estão escritas algumas palavras que designam objetos ou regiões do nosso Universo de forma embaralhada. Coloque-as na sequência em que você, nessa sua viagem espacial, será capaz de ver os objetos ou regiões por inteiro, à medida se afasta:

Escola, sala de aula, aglomerado de galáxias, carteira escolar, bairro, Brasil, Espírito Santo, América do Sul, planeta Terra, Galáxia, Sistema Solar, Cariacica.

E1: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Aglomerado de Galáxias.

E1: Carteira escolar, sala escolar, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E2: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Espírito Santo, Brasil, Aglomerado de Galáxias.

E2: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E3: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, ES, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E3: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E4: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Terra, Sistema Solar, Galáxia.

E4: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, planeta Terra, Sistema Solar e Galáxia.

E5: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia.

E5: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, ES, Brasil, América do Sul, Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E6: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, ES, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Galáxia, Aglomerado de Galáxias, Sistema Solar.

E6: Carteira escolar, sala de aula, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia e Aglomerado de Galáxias.

E7: Carteira, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E7: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E8: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E8: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E9: Cadeira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, ES, Brasil, América do Sul, Sistema Solar, Planeta Terra, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E9: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxias.

E10:

E10: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Aglomerado de Galáxias

E11: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E11: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E12: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia.

E12: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Planeta Terra, Sistema Solar, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E13: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, Brasil, América do Sul, Sistema Solar, Planeta Terra, Aglomerado de Galáxias, Galáxias.

E13: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, América do Sul, Sistema Solar, Planeta Terra, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E14: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, América do Sul, Sistema Solar, Planeta Terra, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

E14: Carteira escolar, sala de aula, escola, bairro, Cariacica, Espírito Santo, América do Sul, Sistema Solar, Planeta Terra, Galáxia, Aglomerado de Galáxia.

Nos itens a seguir, marque V nos enunciados que você achar verdadeiros, ou F nos que você achar que são falsos:

13) Sobre a Terra, a Lua, o Sol, as estrelas, os planetas e o sistema solar podemos afirmar que:

() A Terra, a Lua e o Sol fazem parte do sistema solar.

() A Terra, a Lua, o Sol e alguns planetas fazem parte do sistema solar.

() A Terra, a Lua, o Sol, alguns planetas e algumas estrelas fazem parte do sistema solar.

() Algumas estrelas ficam mais próximas de nós do que a Lua, outras ficam mais distantes;

() Todas as estrelas ficam muito mais distantes de nós do que a Lua.

() Algumas estrelas ficam mais próximas de nós do que o Sol, outras ficam mais distantes;

() Todas as estrelas ficam muito mais distantes de nós do que o Sol.

E1: V, V, V, F, V, V, F

E1: V, V, F, F, V, F, V

E2: V, F, F, V, V, V, F

E2: V, V, F, F, V, F, F

E3: V, V, F, F, V, F, V

E3: V, V, F, F, V, F, V

E4: V, V, F, F, V, F, V

E4: V,V,F,F,V,F,V

E5: V,F,V,V,F,V,F

E5: V,V,F,F,V,F,V

E6: V,F,V,V,F,F,V

E6: V,V,F,F,V,F,V

E7: V,F,V,V,F,V,F

E7: V,V,V,F,F,F,F

E8: V,V,V,F,V,V,F

E8: V,V,V,F,V,F,V

E9: V,V,F,V,F,V,F

E9: V,V,F,F,V,F,V

E10: V, F,F,F,F,F,V

E10: V,V, F, F,V,F,V

E11: V,V,V,F,V,V,F

E11: V,V,F,F,V,F,V

E12: V,V,V,V,F,F,F

E12: V,V,F,F,V,F,V

E13: V,V,V,F,F,F,F,

E13: V,V,F,F,V,F,F,

E14: V,V,V,F,V,F,V

E14: V,V,F,F,V,F,F

14) Sobre as galáxias e o sistema solar, podemos afirmar que:

() Existem galáxias que ficam dentro do sistema solar.

() O sistema solar se encontra dentro de uma galáxia

() O sistema solar não fica dentro de nenhuma galáxia e todas as galáxias ficam distantes e fora do sistema solar.

() O sistema solar se encontra dentro de uma galáxia e todas as outras galáxias se encontram muito distantes do sistema solar

E1: F, V, F, V

E1: F, V, F, V

E2: V, F, V, V

E2: F, V, F, V

E3: F, V, F, V

E3: F, V, F, V

E4: F,V,F,V
E4: F,V,F,V

E5: F,V,F,V
E5: F,V,F,V

E6: V,F,F,V
E6: F,V,F,V

E7: V,V,F,F
E7: F,V,F,V

E8: F,V,F,V
E8: F,V,F,V

E9: F,V,V,V
E9: F,V,V,V

E10: F,F,V,V
E10: F,V,F,V

E11: F,V,F,V
E11: F,V,F,V

E12: F,V,F,V
E12: F,V,F,V

E13: V,V,F,V
E13: F,V,F,V

E14: F,V,F,V
E14: F,V,F,V

15) Comparando os tamanhos reais da Terra, da Lua e do Sol, podemos afirmar que:

- O Sol e a Lua têm o mesmo tamanho.
- A Lua é maior que o Sol.
- A Terra é maior que a Lua.
- A Terra é maior que o Sol
- A Terra e a Lua têm o mesmo tamanho
- A Terra e o Sol têm o mesmo tamanho

E1: F, F, V, F, F, F
E1: F, F, V, F, F, F

E2: F, F, V, V, F, F
E2: F, F, V, F, F, F

E3: F,F,V,F,F,F

E3: F,F,V,F,F,F

E4: F,V,F,V,V,F

E4: F,F,V,F,F,F

E5: F,FV,V,F,F

E5: F,F,V,F,F,F

E6: F,F,F,F,F,F

E6: F,F,V,F,F,F

E7: F,F,V,F,F,F

E7: F,F,V,F,F,F

E8: F,F,V,F,F,F

E8: F,F,V,F,F,F

E9: F,F,F,F,F,F

E9: F,F,V,F,F,F

E10: F,F,V,V,F,F

E10: F,F,V,V,F,F

E11: F,F,V,F,F,F

E11: F,F,V,F,F,F

E12: F,F,V,F,F,F

E12: F,F,V,F,F,F

E13: F,F,V,V,V,F

E13: F,F,V,F,F,F

E14: F,F,V,F,F,F

E14: F,F,V,F,F,F

16) Quanto ao brilho das estrelas e suas distâncias à Terra, podemos afirmar que:

As estrelas mais brilhantes que eu vejo são as que ficam mais próximas da Terra

As estrelas de brilho mais fraco são as que ficam mais distantes

Se todas as estrelas estivessem a uma mesma distância, todas teriam um brilho semelhante

Existem estrelas que, mesmo quando vistas a uma mesma distância que outras, são bem mais brilhantes que as outras.

E1: V, V, V, F

E1: F, V, F, F

E2: V, V, V, V

E2: V, V, V, V

E3: F, VF, V

E3: F, F, F, V

E4: F, F, F, V

E4: F, F, F, V

E5: V, V, V, F

E5: V, V, V, F

E6: V, F, F, V

E6: F, F, F, V

E7: F, F, V, V

E7: F, F, F, F

E8: V, V, V, F

E8: V, V, V, F

E9: V, V, V, F

E9: V, V, V, F

E10: V, F, F, V

E10: F, V, F, V

E11: V, V, V, V

E11: V, V, F, V

E12: V, V, F, V

E12: V, V, F, V

E13: F, F, F, V

E13: V, V, F, V

E14: V, V, F, V

E14: V, V, F, V

17) Quando contemplamos o céu noturno, temos a impressão de que as estrelas estão lado a lado, ou seja, sobre um mesmo plano. Você diria que:

() Sim, as estrelas estão realmente lado a lado.

() Aparentemente estão lado a lado, mas, em geral, existe uma distância gigantesca entre elas, umas ficam mais próximas e outras bem mais distantes.

E1: F, V

E1: F, V

E2: F, V

E2: F, V

E3: F,V
E3: F,V

E4: F,V
E4:F,V

E5: F,V
E5:F,V

E6: V,V
E6: F,V

E7: F,V
E7: F,V

E8: F,V
E8: F,V

E9: F,V
E9: F,V

E10: F,V
E10: F,V

E11: F,V
E11: F,V

E12: F,V
E12:F,V

E13: F,V
E13:F,V

E14: F,V
E14: F,V

Nas duas questões abaixo, marque com um X a resposta que você acha correta:

18) Considere a seguinte informação: “o universo visível possui aproximadamente 14 bilhões de anos. Se esses 14 bilhões de anos fossem comprimidos em um ano, a Terra, que se formou a 4,5 bilhões de anos atrás, teria aproximadamente 4 meses de idade. Então, você agora, nesse calendário, teria uma idade aproximada de:

- () 1 ano
- () 1 mês
- () 1 semana
- () 1 dia

- () 1 hora
- () 1 minuto
- () 1 segundo
- () menos de 1 segundo

E1: 1 ano

E1: 1 dia

E2: 1 ano

E2: 1 minuto

E3: menos de 1 segundo

E3: menos de 1 segundo

E4: menos de 1 segundo

E4: menos de 1 segundo

E5: menos de 1 segundo

E5: menos de 1 segundo

E6: 1 ano

E6: menos de 1 segundo

E7: 1 ano

E7: 1 dia

E8:

E8: 1 ano

E9: menos de 1 segundo

E9: menos de 1 segundo

E10: 1 ano

E10: 1 segundo

E11: 1 ano

E11: 1 segundo

E12: 1 mês

E12: menos de 1 segundo

E13: 1 dia

E13: 1 segundo

E14: 1 dia

E14: menos de 1 segundo

19) A luz parte do Sol e percorre a distância entre ele e a Terra em, aproximadamente, 8 minutos. Considerando agora uma estrela do nosso céu noturno, o tempo que a luz desta estrela gasta para chegar até nós, será:

- () igual;
- () maior;
- () menor;
- () muito maior que 8 minutos;

E1: igual

E1: muito maior que 8 minutos

E2: igual

E2: muito maior que 8 minutos

E3: muito maior que 8 minutos

E3: muito maior que 8 minutos

E4: menor

E4: maior

E5: igual

E5: maior

E6: maior

E6: muito maior que 8 minutos

E7: igual

E7: muito maior que 8 minutos

E8:

E8: maior

E9: muito maior que 8 minutos

E9: muito maior que 8 minutos

E10: maior

E10: maior

E11: igual

E11: maior

E12: igual

E12: maior

E13: igual

E13: muito maior que 8 minutos

E14: igual

E14: muito maior que 8 minutos

B.2 TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Nas transcrições abaixo é utilizada a seguinte nomenclatura: letra “E” (de “estudante”) seguida de um número de 1 a 14 para identificação da resposta dada por cada um dos 14 estudantes participantes.

1ª) Um aluno da EEEFM Alzira Ramos disse que, olhando para o céu do seu bairro a olho nu, numa noite sem nuvens, só é possível ver estrelas no céu. Você acha que ele está certo?

E1: Não. Vejo também os planetas.

E2: Não, porque tem como ver planetas. Hoje por exemplo posso ver Júpiter. Olhando para o céu posso ver satélites, estrelas e planetas, não só estrelas.

E3: Está errado. Porque a gente pode ver outras coisas. Planetas, satélites a Lua. Estrelas também óbvio. Pode também haver casos de meteoritos.

E4: Não. Posso observar também planetas e constelações.

E5: Não, por que há alguns planetas que é possível olhar a olho nu. Além de outros corpos celestes, como a Lua.

E6: Bom antes de fazer o projeto PréEnem aqui na escola, para mim, tudo era estrela, e eu também não estava nem aí, não conhecia nada, depois que eu participei do projeto, passei a perceber que não tem só estrelas, mas planetas e também estrelas. Enfim, não só são estrelas.

E7: Além de estrelas, dá para ver planetas. Dois planetas, consegui observar no projeto, Saturno e Vênus.

E8: Na minha, opinião, não. Dá para ver a Lua, os planetas talvez as galáxias.

E9: Não. É possível observar os planetas.

E10: Não, porque se vê à Lua, planetas e galáxias.

E11: Não, porque a gente só não consegue ver as estrelas, se tiver a Lua, você vai ver a Lua, se tiver passando um avião, o avião, e também planetas.

E12: Não concordo, pois há possibilidade de se observar planetas, Saturno, Vênus, Júpiter. Então, posso ver planetas e estrelas.

E13: Para quem não tem conhecimento, sim, ao olhar só vai presenciar as estrelas, mas para quem tem conhecimento, sabe que dá para observar os planetas, o sistema solar.

E14: Não, há condições de ver a Lua também, além dos planetas próximos da Terra, como Vênus, Júpiter, Marte e Saturno.

2ª) Quais são os principais objetos (ou astros) que compõem o nosso Universo?

E1: A Lua, o Sol, as Constelações, as Estrelas e os planetas.

E2: Estrelas, a Lua, o Sol, Galáxias e planetas.

E3: O Sol. Estrela, Planeta. O Sol é uma estrela, então, estrelas, planetas, deixe-me lembrar, Galáxias. Em ordem, Planetas, Estrelas, Galáxias e cometas.

E4: Sistema solar e galáxias.

E5: Sistema solar, galáxias, as estrelas, a Lua e o Sol.

E6: Fora de escala, Galáxias, planetas, estrelas, Aglomerados de estrelas, o sistema solar.

E7: Estrelas, Galáxias, Aglomerados de estrelas e algo por aí a mais. Claro que há os planetas.

E8: A Lua, o Sol, os planetas e as estrelas.

E9: A Lua, o Sol, os outros planetas e as estrelas.

E10: Estrelas, planetas, constelações, Sol, Lua e Galáxias.

E11: Terra, a Lua, o Sol, o Sistema Solar, as Constelações.

E12: Estrelas, planetas e as galáxias.

E13: Galáxias, Sistema Solar (os outros planetas, o Sol a Lua).

E14: Sistema Solar, Estrelas, Aglomerados e Galáxias, Terra, Planetas.

3ª) Desses objetos, relatados por você, qual o que fica mais perto da Terra?

E1: A Lua, os planetas, o Sol, as estrelas.

E2: A Lua, planetas, o Sol, estrelas e Galáxias.

E3: Mais próximo da Terra: os outros planetas, as estrelas, as galáxias.

E4: Os planetas do Sistema Solar e as galáxias.

E5: A Lua, planetas, o Sol, as estrelas e galáxias.

E6: Planetas, a estrela Sol. A Lua fica entre o Sol e a Terra.

E7: Planetas, estrelas, aglomerado e galáxias. O Sol é uma estrela, e a Terra é um planeta, então, a Terra é menor que o Sol.

E8: A Lua, os planetas, o Sol e as estrelas.

E9: A Lua; os outros planetas; o Sol e as estrelas.

E10: Lua, os planetas, o Sol, estrelas, constelações e galáxias.

E11: A Lua, planetas, o Sol, as constelações.

E12: Os planetas; o Sol; estrelas e galáxias.

E13: A Lua, os planetas, o Sol, Galáxia.

E14: Planetas, o Sol, a Lua. A Lua fica mais próxima. A Lua é menor que a Terra, e o Sol é maior que a Terra.

4ª) Dos corpos (ou objetos) celestes que você citou nas perguntas anteriores, coloque-os numa ordem de tamanho.

E1: Ficaria assim: Lua, os planetas, o Sol, as estrelas.

E2: A minha ordem seria, assim: Lua, planetas, o Sol, estrelas e Galáxias.

E3: Os planetas, estrelas e galáxias. Poderia colocar a Lua. Então, ficaria assim, Lua, Planetas, Estrela, Galáxia. O Sol entraria no lugar da estrela. Existem estrelas maiores que o sol.

E4: As galáxias, o sistema solar até chegar a Terra. O menor seria a Terra.

E5: Na minha humilde opinião: Lua, planetas, o Sol, as estrelas e galáxias.

E6: Numa ordem que vai diminuindo Aglomerado, Galáxias, Estrelas e os planetas.

E7: Planetas, estrelas, aglomerados de estrelas, assim, seguindo deste jeito.

E8: A Lua, os planetas, o Sol e as estrelas.

E9: Repetiria o que eu disse, com a Lua; os outros planetas; o Sol e as estrelas.

E10: A ordem seria, na minha opinião: Lua, os planetas, o Sol, estrelas, constelações e galáxias.

E11: A mesma coisa: Lua, planetas, o Sol, as constelações.

E12: Planetas, estrelas e galáxias. O Sol é maior que a Terra, e dos outros planetas.

E13: Numa escala, que vai crescendo: a Lua, os planetas, o Sol, Galáxia.

E14: Planeta, estrela, aglomerado e galáxia.

5ª) Imagine que você olhe para o céu hoje à noite e veja a constelação do Cruzeiro do Sul, lembra-se dela? Caso você veja novamente a constelação do Cruzeiro do Sul, numa outra noite, daqui a 10 anos, ela vai parecer igual, ou mudará alguma coisa? O que você acha?

E1: Sim, lembro. Mesmo formato. Há tanto tempo assim, milhares de anos, não vou estar aqui para ver, mas deve acontecer uma mínima mudança.

E2: Lembro sim. Acho que não. As mudanças devem ocorrer daqui a mil anos.

E3: Sim, lembro da Constelação Cruzeiro do Sul. Não haverá mudança da posição das estrelas. A mesma constelação foi observada pelos portugueses alguns séculos atrás, mudança só daqui há alguns milhares de anos.

E4: Sim, lembro. Será mínima. Um pouco mais e assim aumentando. A nossa vida passa rápido aqui na Terra.

E5: Lembro sim, para mim permanecerá a mesma coisa. Nesses milhões de anos, não vou estar aqui para ver, mas imaginando, deve ocorrer alguma mudança, pois na vida tudo vai mudando com o tempo.

E6: *Sim, lembro. O Universo encontra-se em constante mudança, mas para mim, não vamos conseguir observar essa mudança, a mudança é pequena. Sim, está aliada ao tempo, a vida é curta aqui na Terra, comparado com o Universo.*

E7: *Lembro do Cruzeiro do Sul. Acho que não, pois não tem como mudar. Vou morrer antes de qualquer mudança, caso eu fosse um "Highlander" poderia observar uma mudança.*

E8: *Sim lembro. Na minha opinião vai permanecer a mesma coisa. Assim, para daqui a milhões de anos, sim.*

E9: *Sim lembro. No mesmo lugar. Acho que haverá uma pequena mudança, ao passar dos milhões de anos.*

E10: *Mais ou menos. Ficaria a mesma coisa, nada mudaria. As mudanças poderiam ocorrer daqui, eu acho, para milhões de anos.*

E11: *A mesma coisa, nada vai mudar a não ser o brilho devido à poluição. Caso eu possa viver tanto tempo assim, daqui a milhares de anos, haverá uma pequena mudança.*

E12: *Sim, lembro. Não nenhuma mudança. Ainda não, mas milhares de anos sim. A vida aqui na Terra é muito pequena para toda essa mudança.*

E13: *Lembro. Não haverá mudança, permanecerá a mesma coisa, daqui a 20 anos. Daqui a milhares de anos, acho que sim, um pouco, quase não vai dar para perceber.*

E14: *Sim. Não, não, não. Muda a partir de bilhões de anos, então não veria.*

6ª) Se todo o tempo de existência do Universo, desde sua origem até o dia de hoje, fosse compactado em um ano: o Universo teria sido criado às 0 h do dia primeiro do ano, e hoje é meia noite do último dia do ano (31 de dezembro), em que mês, dia e horário aproximados teria ocorrido:

- **a formação da Terra (citar em jan, fev, mar, etc.)**
- **o aparecimento dos primeiros homens (citar)**
- **o seu nascimento (citar)**

E1: (01) Novembro; (15) Novembro; (30) Novembro;

E2: Novembro, Dezembro, no finalzinho de Dezembro,

E3: Agosto (10); Dezembro; terei que mudar tudo; Junho; Agosto; Dezembro (20).

E4: Abril; Julho, meados de Dezembro.

E5: Novembro; (01) Dezembro; (20) Dezembro.

E6: Fevereiro; Abril; Julho.

E7: Fevereiro; Junho; Dezembro.

E8: Maio; (01) Junho; (25) Junho;

E9: Julho; Agosto; Setembro.

E10: Julho, Setembro, Dezembro.

E12: Março; (29) Abril; (30) Abril.

E13: Setembro; início de Novembro, final de Novembro.

E14: Dezembro (31/12); Dezembro (23h); Dezembro (24h).

7ª) Hoje, quando você olha para o céu noturno, sem nuvens, você o observa da mesma maneira que antes (“antes do projeto”)?

E1: Mudou, procuro imaginar onde estão os planetas, procuro o Cruzeiro do Sul e fico olhando a Lua.

E2: Todos os dias. Conheço algumas constelações, estrelas. Procuro me interessar mais pela Astronomia.

E3: Sim olho para o céu todos os dias. Agora, tenho certeza, olhando para o céu posso contemplar toda essa grandeza com mais conhecimento. Hoje, olho para a “estrela Dalva” e sei que não é uma estrela, e sim um planeta, Vênus.

E4: Diferente com certeza. Antigamente eu olhava para o céu e achava que tudo aquilo era estrela, hoje não, sei que há outras coisas e de que elas não estão lado a lado.

E5: Eu vejo diferente porque eu não sabia que dava para ver planetas a olho nu.

E6: Agora fico olhando para o céu, a minha curiosidade aumentou, revi os vídeos no youtube, fico apontando e perguntando a minha irmã se aquilo é estrela ou planeta.

E7: Sim olho para o céu, e não vejo do mesmo jeito. Antes olhava e achava que tudo era estrela, hoje olho e compreendo que pode haver um planeta, de que as estrelas estão bem afastadas uma das outras.

E8: Houve mudança, pois eu olhava para ele e só via estrela, hoje sei que há planetas, e de que elas estão afastadas.

E9: Antes eu nem parava para olhar, agora paro para ver os desenhos, a Lua e as estrelas.

E10: Costumo olhar. Hoje sei o nome de algumas estrelas, sei que nem tudo é estrela, que posso observar um planeta ou mais.

E11: Costumo olhar para o céu. Vejo as constelações, as estrelas, a Lua. Antes nem sonhava em olhar, olhava para o céu, por olhar.

E12: Costumo olhar sim. Hoje observando o céu, tenho a ideia de uma janela para o Universo. Posso enxergar planetas, estrelas que estão longe de nós e as constelações.

E13: Sim costumo olhar. Comparando com o meu conhecimento, hoje, ao olhar, fico me perguntando se aquela estrela brilhante é realmente uma estrela ou um planeta, percebo que o céu vai mudando com o passar dos dias, algo que antes não percebia.

E14: Aprendi a olhar de uma maneira diferente, consigo reconhecer algumas constelações, algumas estrelas e planetas que antes não conhecia.

8ª) E em relação ao que você imaginava sobre o Universo, agora (depois do projeto) você pensa diferente, ou você continua imaginando do mesmo jeito? E sobre a nossa posição (localização) dentro do Universo, mudou alguma coisa em relação ao que você imaginava antes (do projeto)?

E1: Mudou tudo. Sei o nome de algumas constelações, de estrelas, que há planetas no céu noturno. Que existe estrelas mais longes e outras mais próximas.

E2: Completamente. O céu hoje, não é só estrelas, sei que esse céu é gigantesco graças ao projeto.

E3: O Universo ainda é desconhecido para mim, conheço muito pouco. Tenho noção da seu tamanho, sabia que era grande, mas não gigantesco.

E4: Teve porque tive mais conhecimentos do Universo, hoje tenho uma ideia de um Universo bem maior.

E5: Aumentou, pois sei agora que as estrelas estão anos luz uma das outras, não estão no mesmo plano, pareciam que todos estavam na mesma distante.

E6: Eu nunca tinha visto imagens de galáxias, de aglomerados, nada. Então, participando de todo o projeto pude ter uma visão, um conhecimento de que não tinha, hoje olhando para o céu, consigo imaginar sua profundidade, algo que não possuía antes.

E7: Sabia, ou melhor, imaginava que era grande, mas não tão grande. Particularmente acho que seja até infinito, na minha imaginação.

E8: Não, pois hoje eu sei de que no céu noturno posso ver estrelas e planetas. De que eles estão afastados uns dos outros, então tudo mudou.

E9: Não tinha parado para pensar nisso, foi muito legal, hoje sei que o Universo é um gigante e que moramos numa galáxia, onde está a Terra, o Brasil e Cariacica.

E10: Digamos assim, aumentou um pouco, a Terra é um grãozinho dentro desse Universo, não tinha essa noção, de tudo gigantesco.

E11: Como disse, nem imaginava isso. Agora procuro olhar, ficar falando disso com minha mãe. O tamanho do meu Universo aumentou.

E12: Acho que nunca tinha imaginado nada, agora sei, estamos dentro de um sistema espacial, de uma galáxia.

E13: Pelo fato de agora saber que a noite não é só estrelas pode haver um planeta, ou mais, já torna tudo diferente. E ainda, sei que as estrelas não estão alinhadas, lado a lado. É que nem atravessar uma ponte e olhar para um morro. Parece que as luzinhas estão lado a lado, mas não estão, então tudo está mudado. Fico olhando a Lua por alguns minutos, antes não fazia isso.

E14: O Universo hoje, para mim, é gigantesco em relação antes.