



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

**Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía
Latin-American Journal of Astronomy Education**

n. 11, 2011

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones (Dep. Met. Ens./Univ. Fed. São Carlos)
Luiz Carlos Jafelice (Depto. Fís./Univ. Fed. Rio Grande do Norte)
Jorge Horvath (Inst. Astr., Geof. e Ciênc. Atm./Univ. São Paulo)

Editor Técnico Responsável: Gustavo Rojas (Núcleo Form. Prof. /Univ. Fed. São Carlos)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

Esta revista também é disponível no endereço: www.relea.ufscar.br

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

Diagramação: Gustavo Rojas

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
n.11 2011. 2011 [online].

Semestral

ISSN 1806-7573

1. Astronomia – Periódicos. 2. Educação

CDD: 520

Editorial

Este décimo primeiro número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) está em um momento especial para a Educação em Astronomia no Brasil.

Será realizado o Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), de 28 a 30 de julho no Campus da UNIRIO, na cidade do Rio de Janeiro, RJ.

O SNEA é um subprograma fruto das comemorações do Ano Internacional da Astronomia e tem os seguintes objetivos:

- reunir pesquisadores, estudantes e professores interessados na Área de Educação em Astronomia envolvidos em todos os níveis escolares promovendo discussões e ações a respeito das dificuldades e perspectivas na Área;
- apresentar trabalhos de pesquisa e aprofundar reflexões sobre as possibilidades didáticas da Astronomia bem como suas abordagens interdisciplinares e culturais;
- fomentar a interação de grupos de pesquisa que atuam na Área de Educação em Astronomia visando a discussão de metodologias e elaboração de políticas de médio e longo prazo para o Ensino e Divulgação da Astronomia no país, assim como incentivar a eventual criação de outros grupos de pesquisa na Área.

Visando proporcionar uma diversidade de temas, a programação do SNEA será constituída dos seguintes Focos Temáticos:

- Ensino Formal
- Ensino Não-Formal
- Formação de Professores
- Astronomia Cultural
- Divulgação de Astronomia

A programação do Simpósio será constituída de: comunicações orais, apresentações de painéis, mesas redondas e conferências convidadas.

Por conta da participação de dois de nós (PSB e LCJ) no Comitê Científico, já temos a informação de que aproximadamente 135 trabalhos foram submetidos, o que dá uma indicação do sucesso do evento e a produção brasileira na área. É importante destacar que este é o primeiro evento desse teor na América Latina, o que expressa um amadurecimento da área de educação em astronomia no Brasil, com vantagens para toda a região.

Neste número contamos com cinco artigos:

O entendimento de conceitos de Astronomia por alunos da educação básica de uma escola pública de Daniel Iria Machado e Carlos dos Santos. Este trabalho trata de uma investigação das concepções sobre conceitos astronômicos de 561 estudantes do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Foz do Iguaçu, no estado do Paraná. Para tanto, foi aplicado um teste com 20 questões, elaborado com base na literatura, sobre concepções alternativas de uma variedade de temas astronômicos. Os resultados mostram que comparando a oitava série do Ensino Fundamental com a quinta, e a terceira série do Ensino Médio com a primeira, houve o predomínio de concepções alternativas em relação à maior parte dos temas.

Análise da presença de conteúdos de Astronomia em uma década do Exame Nacional do Ensino Médio (1998-2008), de Hanny Angeles Gomide e Marcos Daniel Longhini. Neste artigo é apresentada uma análise da presença de conteúdos de Astronomia nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), de 1998 a 2008. Foram levantados o número de questões e os temas mais recorrentes. Os resultados são discutidos tendo em vista o proposto pelos programas oficiais e são feitas considerações sobre a expectativa futura.

Uma avaliação diagnóstica para o ensino da Astronomia, de Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, Marco Antonio Moreira e Célia Maria Soares Gomes de Sousa. Este artigo apresenta resultados de uma avaliação diagnóstica, fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa, sobre o conhecimento prévio de conceitos sobre o tema Terra e Universo. Foi investigado um grupo de 47 estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental por meio de 25 questões. As respostas foram analisadas permitindo compreender os significados atribuídos pelos estudantes a esses conceitos. Verificou-se que maioria dos estudantes apresentou dificuldades em expor os conceitos ao iniciar a 6ª série. Contudo, os resultados da avaliação serviram como referência para a organização do plano de ensino, viabilizando o processo de aprendizagem e adequando a seqüência didática às características dos estudantes.

Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua, de Maria de Fátima Oliveira Saraiva, Fernando Lang da Silveira e Maria Helena Steffani. Trata-se de um artigo que discute a elaboração de um teste de múltipla escolha sobre as fases da Lua e analisa os resultados de sua aplicação em dez grupos de estudantes de Física da UFRGS. Notou-se que houve um aumento significativo na porcentagem de acertos sobre alguns conceitos quando reformuladas as perguntas. Isto aponta para a existência de respostas erradas geradas por perguntas pouco claras. São confirmados os resultados de outros estudos de que as maiores dificuldades dos alunos para este tema estão em relacionar a fase que a Lua apresenta com a sua posição no céu em determinada hora.

Astrofísica escolar: jugando con datos observacionales, de Hugo D. Navone, Miriam Scancich e Rubén A. Vázquez. Este trabalho apresenta uma proposta de ensino do problema abordado por Hubble – a relação entre redshift e distância das galáxias – explorando várias dimensões educativas. Para isto, propõe estratégias não usuais no ensino médio como a utilização de registros observacionais, a discussão da natureza da ciência e a utilização do computador. A proposta é destinada a alunos do último ano do ensino médio, primeiros anos do curso superior e a estudantes e professores de Institutos de Formação Docente. As atividades realizadas mostram que a proposta é viável, bem como seu caráter lúdico e cooperativo, para conteúdos de Astrofísica.

Mais informações sobre a Revista e instruções para autores constam do endereço: www.relea.ufscar.br. Os artigos poderão ser redigidos em português, castelhano ou inglês.

Agradecemos aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

This eleventh edition of the journal Latin American Astronomy Education (RELEA) comes in a special moment for Astronomy Education in Brazil.

A National Symposium on Astronomy Education (SNEA) will be held 28-30 July in the UNIRIO Campus, Rio de Janeiro, RJ.

SNEA is a subprogram of the celebrations of International Year of Astronomy and has the following objectives:

- To bring together researchers, students and teachers interested in Astronomy Education involved in all school levels and actions promoting discussions about the problems and prospects in the area;
- To present research papers and further reflections on the possibilities of astronomy teaching, as well as their cultural and interdisciplinary aspects;
- To foster the interaction of research groups working in the area of Astronomy Education in order to discuss methodologies for medium and long terms policy-making for the teaching and popularization of astronomy in the country, as well as to encourage the eventual establishment of other groups research in the area.

In order to provide a diversity of themes, the SNEA program will consist of the following thematic focuses:

- Formal Education
- Non-Formal Education
- Teacher Training
- Cultural Astronomy
- Astronomy Outreach

The program of the Symposium will consist of oral presentations, panel presentations, roundtable discussions and guest lecturers.

Due to the participation of two of us (LCJ and PSB) in the Scientific Committee, we already have information that 135 papers were submitted, which gives an indication of the success of the event and the Brazilian production in the area. Importantly, this is the first event of its content in Latin America, which reflects a maturing of the field of education in astronomy in Brazil, with advantages for the whole region.

In this issue we feature five articles:

The understanding of astronomy concepts by students from basic education of a public school, by Daniel Machado and Carlos dos Santos. This work is an investigation of conceptions of astronomical matters of 561 elementary school II and High School students from a public school in the city of Foz do Iguazu, Parana state. A 20 question test based upon the literature was applied to detect alternative conceptions of a variety of astronomical topics. The results show that comparing the eighth grade of elementary school with the fifth, and third grade of High School with the first, the prevalence of misconceptions in relation to most issues remained.

Analysis of the presence of content about astronomy in a decade of the National High School Examination (1998-2008), by Hanny Angeles Gomide and Marcos Daniel Longhini. This paper presents an analysis of the presence of Astronomy contents in the National High

School Examination (ENEM), from 1998 to 2008. A number of issues are raised and recurrent themes identified. The results are discussed in view of the official programs proposed and considerations are made about future expectations.

A diagnostic assessment for the teaching of astronomy, by Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, Marco Antonio Moreira and Célia Maria Soares Gomes de Sousa. This article presents results of a diagnostic evaluation, based on the theory of Meaningful Learning, on *a priori* knowledge about the concepts of the Earth and Universe. A group of 47 students from the 6th grade of elementary school was investigated using a test of 25 questions. The responses were analyzed to understand the meanings attributed by the students to these concepts. It was found that most students had difficulty in exposing the concepts starting at the sixth grade. However, the evaluation results serve as reference for the organization of the syllabus, enabling the process of learning and adapting the sequence of studies to the characteristics of the students.

University students' conception about the Moon phases, by Maria de Fatima Oliveira Saraiva, Fernando Lang da Silveira and Maria Helena Steffani. This article discusses the development of a multiple choice test about the phases of the moon and analyzes the results of its application to groups of ten students of Physics at the UFRGS. It was noted that there was a significant increase in the percentage of positive hits on some concepts when questions were properly reformulated. This points to the existence of wrong answers induced by unclear questions. The results of similar studies are confirmed, namely that the greatest difficulties of the students are to relate the phase of the moon with its position in the sky at a certain given time.

Astrophysics in schools: playing with observational data, by Hugo D. Navone, Miriam Scancich and Ruben A. Vázquez. This paper presents a proposal for the teaching of problem addressed by Hubble - the relation between redshift and distance of galaxies - exploring various dimensions of education. To this end, it proposes unusual strategies in high school such as the use of the observational records, the discussion of the nature of science and use of computers in class. The proposal is directed to students in their last year of high school, first years of college teachers and students, and Teacher Training Institutes. The activities show that the proposal is feasible, and also stresses its playful and collaborative content of Astrophysics.

More information about the Journal and instructions for the authors may be found at the address: <<http://www.relea.ufscar.br>>. We remind that the articles may be written in Portuguese, Spanish or English.

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

Este décimo primer número de la *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía* (RELEA) está en un momento especial para la Educación en Astronomía en el Brasil.

Será realizado el *Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (SNEA), del 28 al 30 de julio en el Campus de la UNIRIO, en la ciudad de Rio de Janeiro, RJ.

El SNEA es un subprograma fruto de las conmemoraciones del Año Internacional de la Astronomía y tiene los siguientes objetivos:

- reunir investigadores, estudiantes y profesores interesados en el Área de Educación en Astronomía involucrados en todos los niveles escolares, promoviendo discusiones y acciones referentes a las dificultades y perspectivas en el Área;
- presentar trabajos de investigación y profundizar reflexiones sobre las posibilidades didácticas de la Astronomía, así como sus enfoques interdisciplinarios y culturales;
- fomentar la interacción de grupos de investigación que actúan en el Área de Educación en Astronomía, buscando la discusión de metodologías y elaboración de políticas de mediano y largo plazo para la Enseñanza y Divulgación de la Astronomía en el país, tal como incentivar la eventual creación de otros grupos de investigación en el Área.

Buscando proporcionar una diversidad de temas, la programación del SNEA será constituida por los siguientes Focos Temáticos:

- Enseñanza Formal
- Enseñanza No-Formal
- Formación de Profesores
- Astronomía Cultural
- Divulgación de la Astronomía

La programación del *Simpósio* será constituida de: comunicaciones orales, presentaciones de paneles, mesas redondas y conferencias invitadas.

Por causa de la participación de dos de nosotros (PSB y LCJ) en el Comité Científico, ya tenemos información de que cerca de 135 trabajos fueron sometidos, lo cual da una idea del éxito del evento y de la producción brasilera en el área. Es importante destacar que este es el primer evento de esta clase en América Latina, lo cual expresa un amadurecimiento del área de educación en astronomía en Brasil, con ventajas para toda la región.

En este número contamos con cinco artículos:

El entendimiento de conceptos de Astronomía por los alumnos de la educación básica de una escuela pública, por Daniel Iria Machado y Carlos dos Santos. Este trabajo trata de una investigación de las concepciones sobre asuntos astronómicos de 561 estudiantes de Enseñanza Fundamental II y de Enseñanza Media de una escuela pública de la ciudad de Foz de Iguazú, estado de Paraná. Para esto fue aplicado un test con 20 preguntas, elaborado con base en la literatura, sobre concepciones alternativas en una variedad de temas astronómicos. Los resultados muestran que comparando la octava serie de la Enseñanza Fundamental con la quinta serie, y la tercera serie de la Enseñanza Media con la primera, hubo un predominio de concepciones alternativas en relación a la mayor parte de los temas.

Análisis de la presencia de contenidos de Astronomía en una década del Examen Nacional de Enseñanza Secundaria (1998-2008), por Hanny Angeles Gomide y Marcos Daniel Longhini. En este artículo se presenta un análisis de la presencia de contenidos de Astronomía en las pruebas del Examen Nacional de Enseñanza Secundaria (ENEM), desde 1998 hasta 2008. Fueron contabilizados el número de cuestiones y los temas más recurrentes. Los resultados son discutidos teniendo en cuenta lo propuesto por los programas oficiales y se tejen consideraciones sobre las expectativas futuras.

Una evaluación diagnóstica para la enseñanza de la Astronomía, por Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, Marco Antonio Moreira y Célia Maria Soares Gomes de Sousa. Este artículo presenta resultados de una evaluación diagnóstica, fundamentada en la teoría del Aprendizaje Significativo, sobre el conocimiento previo de conceptos sobre el tema Terra y Universo. Fue investigado un grupo de 47 estudiantes de la 6ª serie de la Enseñanza Fundamental por medio de 25 preguntas. Las respuestas fueron analizadas permitiendo comprender los significados atribuidos por los estudiantes a esos conceptos. Se verificó que la mayoría de los estudiantes presentó dificultades para exponer los conceptos al iniciar la 6ª serie. Sin embargo, los resultados de la evaluación sirvieron como referencia para la organización del plan de estudios, viabilizando el proceso de aprendizaje y adecuando la secuencia didáctica a las características de los estudiantes.

Concepciones de estudiantes universitarios sobre las fases de la Luna, por Maria de Fátima Oliveira Saraiva, Fernando Lang da Silveira y Maria Helena Steffani. Se trata de un artículo que discute la elaboración de un test de múltiple elección sobre las fases de la Luna y analiza los resultados de su aplicación a diez grupos de estudiantes de Física de la UFRGS. Fue notado que hubo un aumento significativo en el porcentaje de aciertos en algunos conceptos cuando fueron reformuladas las preguntas. Esto apunta para la existencia de respuestas equivocadas generadas por preguntas poco claras. Se confirman los resultados de otros estudios de que las mayores dificultades de los alumnos para este tema están en relacionar la fase que la Luna presenta con su posición en el cielo a determinada hora.

Astrofísica escolar: jugando con datos observacionales, por Hugo D. Navone, Miriam Scancich y Rubén A. Vázquez. Este trabajo presenta una propuesta de enseñanza del problema abordado por Hubble – la relación entre el *redshift* y la distancia de las galaxias – explorando varias dimensiones educativas. Para esto, propone estrategias poco usuales en la enseñanza media, tal como la utilización de registros observacionales, la discusión de la naturaleza de la ciencia, y la utilización de computadoras. La propuesta está destinada a alumnos del último año de la enseñanza media, primeros años de un curso superior, y a estudiantes y profesores de Institutos de Formación Docente. Las actividades realizadas muestran que la propuesta es viable, y su carácter lúdico y cooperativo entre los contenidos de Astrofísica.

Más informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores en el site: <<http://www.relea.ufscar.br>>. Los artículos podrán ser redactados en portugués, castellano o inglés.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

1. O ENTENDIMENTO DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA POR ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: O CASO DE UMA ESCOLA PÚBLICA BRASILEIRA

Daniel Iria Machado / Carlos dos Santos _____ 7

2. ANÁLISE DA PRESENÇA DE CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA EM UMA DÉCADA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (1998-2008)

Hanny Angeles Gomide / Marcos Daniel Longhini _____ 31

3. UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA

Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira / Célia Maria Soares Gomes de Sousa / Marco Antonio Moreira _____ 45

4. CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS SOBRE AS FASES DA LUA

Maria de Fátima Oliveira Saraiva / Fernando Lang da Silveira / Maria Helena Steffani ____ 63

5. ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES

Hugo D. Navone / Miriam Scancich / Rubén A. Vázquez _____ 81

CONTENTS

1. THE UNDERSTANDING OF ASTRONOMY CONCEPTS BY STUDENTS FROM BASIC EDUCATION OF A PUBLIC SCHOOL

*Daniel Iria Machado / Carlos dos Santos*_____7

2. ANALYSIS OF THE PRESENCE OF CONTENT ABOUT ASTRONOMY IN A DECADE OF THE NATIONAL HIGH SCHOOL EXAMINATION (1998-2008)

*Hanny Angeles Gomide / Marcos Daniel Longhini*_____ 31

3. A DIAGNOSTIC ASSESSMENT FOR THE TEACHING OF ASTRONOMY

*Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira / Célia Maria Soares Gomes de Sousa / Marco Antonio Moreira*_____ 45

4. UNIVERSITY STUDENTS' CONCEPTIONS ABOUT THE MOON PHASES

Maria de Fátima Oliveira Saraiva / Fernando Lang da Silveira / Maria Helena Steffani ___ 63

5. ASTROPHYSICS IN SCHOOLS: PLAYING WITH OBSERVATIONAL DATA

*Hugo D. Navone / Miriam Scancich / Rubén A. Vázquez*_____ 81

SUMARIO

1. EL ENTENDIMIENTO DE CONCEPTOS DE ASTRONOMÍA POR LOS ALUMNOS DE EDUCACIÓN BÁSICA EN UNA ESCUELA PÚBLICA

*Daniel Iria Machado / Carlos dos Santos*_____ 7

2. ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE CONTENIDOS DE ASTRONOMÍA EM UMA DÉCADA DEL EXAMEN NACIONAL DE ENSEÑANZA SECUNDÁRIA (1998-2008)

*Hanny Angeles Gomide / Marcos Daniel Longhini*_____ 31

3. UNA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA

*Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira / Célia Maria Soares Gomes de Sousa / Marco Antonio Moreira*_____ 45

4. CONCEPCIONES DE ESTUDIANTES UNIVERSITÁRIOS SOBRE LAS FASES DE LA LUNA

Maria de Fátima Oliveira Saraiva / Fernando Lang da Silveira / Maria Helena Steffani ____ 63

5. ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES

*Hugo D. Navone / Miriam Scancich / Rubén A. Vázquez*_____ 81

O ENTENDIMENTO DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA POR ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: O CASO DE UMA ESCOLA PÚBLICA BRASILEIRA*

Daniel Iria Machado¹
Carlos dos Santos²

Resumo: Apresentam-se os resultados de uma investigação sobre a compreensão de conceitos astronômicos básicos, da qual participaram 561 estudantes da quinta série do Ensino Fundamental ao terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Foz do Iguaçu. Um teste com 20 questões de múltipla escolha foi aplicado para identificar as concepções mais comuns expressadas pelos alunos. Esse instrumento de coleta de dados foi elaborado com base na literatura sobre concepções alternativas e abordou os seguintes temas: o ciclo dia-noite; os fusos horários; as estações do ano; as fases da Lua; o movimento da Lua; o movimento aparente do Sol na esfera celeste; os eclipses; as dimensões e distâncias no Universo; o brilho das estrelas e sua observação da Terra. Embora se tenha verificado um pequeno progresso na proporção de respostas cientificamente aceitáveis ao se cotejar a oitava série do Ensino Fundamental com a quinta, e a terceira série do Ensino Médio com a primeira, houve o predomínio de concepções alternativas em relação à maior parte dos temas explorados, as quais persistiram até o último ano da Educação Básica. A comparação com dados encontrados em investigações realizadas em outros contextos socioculturais revelaram, em muitos aspectos, noções e dificuldades similares manifestadas pelos estudantes.

Palavras-chave: ensino de Astronomia; concepções alternativas.

EL ENTENDIMIENTO DE CONCEPTOS DE ASTRONOMÍA POR LOS ALUMNOS DE EDUCACIÓN BÁSICA EN UNA ESCUELA PÚBLICA

Resumen: Se presentan los resultados de una investigación sobre la comprensión de conceptos astronómicos básicos, en la cual participaron 561 estudiantes que cursaban entre el quinto grado de la enseñanza primaria y el tercer año de la enseñanza secundaria de una escuela pública de la ciudad de Foz do Iguaçu (Brasil). Se utilizó un *test* de 20 preguntas de opción múltiple para identificar las concepciones más comunes expresadas por los estudiantes. Este instrumento de recolección de datos se desarrolló en base a la literatura sobre las concepciones alternativas y trató los siguientes temas: el ciclo día-noche, los husos horarios, las estaciones del año, las fases de la Luna, el movimiento de la Luna, el movimiento aparente del Sol sobre la esfera celeste, los eclipses, las dimensiones y las distancias en el Universo, el brillo de las estrellas y su observación de la Tierra. Si bien ha habido un pequeño progreso en la proporción de respuestas aceptables científicamente cuando se cotejó el octavo grado de la enseñanza primaria con el quinto, y el último año de la enseñanza secundaria con el primero, se observó un predominio de las concepciones alternativas en relación a la mayoría de los temas explorados, que continuó hasta los últimos años de la educación básica. Una comparación con los datos encontrados en investigaciones realizadas en otros contextos socioculturales revelaron, en muchos aspectos, conceptos y dificultades similares expresadas por los estudiantes.

Palabras clave: enseñanza de la Astronomía; concepciones alternativas.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / Campus de Foz do Iguaçu. *E-mail:* dpedm@uol.com.br.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / Campus de Foz do Iguaçu. *E-mail:* sancars@bol.com.br.

* Parte dos resultados expostos neste artigo foi apresentada no XII ENAST – Encontro Nacional de Astronomia e na XXXV Reunião da Sociedade Astronômica Brasileira.

THE UNDERSTANDING OF ASTRONOMY CONCEPTS BY STUDENTS FROM BASIC EDUCATION OF A PUBLIC SCHOOL

Abstract: We present the results obtained in a research on the comprehension of basic astronomical concepts, in which 561 students from fifth grade middle school to third grade high school of a public school of the city of Foz do Iguaçu (Brazil) took part. A test with 20 multiple-choice questions was applied to identify the most common conceptions expressed by the students. This test was elaborated based on the literature about misconceptions and covered the following topics: the day-night cycle; the time zones; the seasons of the year; the phases of the Moon; the movement of the Moon; the apparent movement of the Sun in the celestial sphere; the eclipses; the dimensions and distances in the Universe; the brightness of the stars and its observation from Earth. Though a small progress was verified in the proportion of scientifically acceptable answers when comparing the eighth grade of middle school to the fifth, and the third grade of high school to the first, there was an overall predominance of alternative conceptions regarding most of the explored subjects, which persisted up to the last year of secondary school. The comparison to data found in this research made in other socio-cultural contexts revealed, in many aspects, similar notions and difficulties revealed by the students.

Keywords: Astronomy teaching; misconceptions

1. Introdução

Ao interagir com o ambiente, os indivíduos procuram atribuir significado às situações com que se deparam e desenvolvem uma série de concepções sobre a realidade. Tais ideias podem originar-se tanto de experiências cotidianas quanto do processo de educação formal. Entretanto, mesmo após receber instrução formal, os alunos podem apresentar noções incompatíveis com os conceitos científicos, denominadas *concepções alternativas* (DINIZ, 1996).

Na construção do conhecimento, as ideias prévias desempenham um papel fundamental, pois a *aprendizagem significativa* resulta de relações não-arbitrárias (intencionais) e não-literais (substantivas) estabelecidas entre o novo conteúdo e aquilo que o estudante já sabe (AUSUBEL, 2003).

Desse modo, a fim de se ter um embasamento adequado para a elaboração de estratégias educacionais, torna-se importante identificar as concepções dos alunos sobre determinado tema a ser ensinado.

No que diz respeito ao ensino da Astronomia, em particular, vêm sendo feitos estudos que revelam aspectos da estrutura de conhecimento de estudantes dos mais variados níveis de ensino, em conjunturas socioculturais distintas.

Em uma revisão das pesquisas sobre a compreensão dos estudantes acerca de conceitos astronômicos, Bailey e Slater (2005) constataram as seguintes áreas de investigação: a forma da Terra (incluindo noções sobre gravidade), as fases da Lua, as estações do ano, o ciclo dia-noite, e questões da Astrobiologia e Cosmologia.

Encontram-se na literatura, por exemplo, pesquisas que exploram o entendimento sobre a forma, as dimensões e o movimento da Terra, do Sol e da Lua (JONES; LYNCH, 1987); a gravidade e o movimento dos planetas (TREAGUST; SMITH, 1989); o ciclo dia-noite (VOSNIADOU; BREWER, 1994); as fases da Lua (STAHLY; KROCKOVER; SHEPARDSON, 1999; MARTÍNEZ PEÑA; GIL QUÍLEZ, 2001; IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008); a relação entre as fases da Lua e os eclipses (BARNETT, 2002); a Cosmologia e a escala do Universo (MILLER, 2003); a vida em outros locais do Universo (OFFERDAHL; PRATHER; SLATER, 2003); o *Big Bang* (PRATHER; SLATER; OFFERDAHL, 2003); o ciclo dia-noite e as estações do ano

(SEBASTIÀ, 2004); as marés (VIIRI, 2004); as estações do ano e as fases da Lua (GIL QUÍLEZ; MARTÍNEZ PEÑA, 2005); o sistema solar (SHARP; KUERBIS, 2006); a Terra enquanto corpo astronômico (STRAATEMEIER; VAN DER MAAS; JANSEN, 2008; PANAGIOTAKI; NOBES; POTTON, 2009).

Alguns estudos tratam de vários conceitos simultaneamente. É o caso da investigação feita por Baxter (1989), que aborda o planeta Terra no espaço e seu campo gravitacional, o ciclo dia-noite, as estações do ano e as fases da Lua. O estudo conduzido por Finegold e Pundak (1991), por sua vez, expõe concepções identificadas sobre a Terra enquanto corpo astronômico, o ciclo dia-noite, as dimensões dos corpos celestes, o movimento aparente da Lua e do Sol no céu, os planetas, o Sol e as estrelas. Já a pesquisa relatada por Lightman e Sadler (1993) cobre, dentre outras noções, o ciclo dia-noite, as estações do ano, o movimento e as fases da Lua, dimensões e distâncias no Universo, a posição do Sol no céu ao meio-dia e os fusos horários. Além dos tópicos explicitados nesse último artigo, o trabalho de Trumper (2001) inclui também os eclipses totais do Sol. O estudo desenvolvido por Bisard *et al.* (1994) abrange, entre outros temas, as estações do ano, as fases da Lua e as marés. Na pesquisa realizada por Zeilik, Schau e Mattern (1998) aparecem, dentre outros, dados sobre a compreensão quanto à gravidade, a posição do Sol no céu ao meio-dia, o movimento e as fases da Lua, os eclipses totais do Sol, dimensões e distâncias no sistema solar, e a relação entre a massa e o tempo de vida das estrelas. No estudo feito por Oliveira, Voelzke e Amaral (2007), encontram-se concepções sobre o ciclo dia-noite, as estações do ano, as distâncias dos objetos celestes à Terra, a classificação do Sol enquanto corpo astronômico, a origem do Universo, o centro do Universo, o ano-luz e os meteoros.

Os trabalhos citados, elaborados com objetivos diversos, trazem informações valiosas sobre as concepções alternativas mais comuns apresentadas pelos estudantes.

Embora exista uma série de investigações sobre o entendimento dos estudantes quanto a conceitos astronômicos, ainda se faz necessário uma expansão desses estudos no contexto brasileiro.

Por esse motivo, realizou-se uma pesquisa sobre as concepções apresentadas por alunos de uma escola pública da cidade de Foz do Iguaçu acerca dos seguintes tópicos básicos da Astronomia: o ciclo dia-noite; os fusos horários; as estações do ano; as fases da Lua; o movimento da Lua; o movimento aparente do Sol na esfera celeste; os eclipses; as dimensões e distâncias no Universo; o brilho das estrelas e sua observação da Terra. Tais temas foram escolhidos por estarem, de algum modo, ao alcance da experiência dos estudantes, envolvendo fenômenos do cotidiano, e por se encontrarem disponíveis na literatura pesquisas educacionais relativas ao entendimento desses assuntos, para comparação. Os resultados obtidos no levantamento efetuado encontram-se expostos neste trabalho.

Com a investigação conduzida buscou-se alcançar os seguintes objetivos principais:

a) identificar e analisar as concepções astronômicas mais comuns evidenciadas pelos estudantes;

b) avaliar a evolução dessas noções de uma série para outra.

Testou-se a hipótese de que o índice de respostas compatíveis com os conteúdos cientificamente aceitos aumentaria progressivamente ao longo das séries escolares. Essa hipótese é plausível quando se leva em conta que a capacidade cognitiva do estudante tende a aumentar com a idade e a experiência (a qual inclui a aprendizagem formal). E também ao se considerar que o grau de estruturação de conhecimentos do indivíduo em

determinada área tende a se desenvolver ao passar por um processo que proporcione uma aprendizagem significativa dos conceitos relevantes (AUSUBEL, 2003).

2. Metodologia

2.1 Instrumento de Pesquisa

Para a realização da pesquisa, foi elaborado um instrumento contendo questões sobre os tópicos básicos da Astronomia que se desejava investigar, reproduzidas no *apêndice*. A fim de facultar comparações diretas com outros estudos, abarcando um número expressivo de indivíduos, o teste foi construído com base na literatura sobre concepções dos estudantes quanto a temas de Astronomia e englobou 20 questões de múltipla escolha, nas quais as alternativas correspondiam a noções passíveis de ser encontradas entre os alunos. As perguntas foram extraídas de testes aplicados em outras investigações (FINEGOLD; PUNDAK, 1991; LIGHTMAN; SADLER, 1993; BISARD *et al.*, 1994; ZEILIK; SCHAU; MATTERN, 1998; TRUMPER, 2001; MILLER, 2003), porém adaptadas, em certos casos, para atender aos propósitos do presente estudo.

Embora questões fechadas facilitem a tabulação dos dados e proporcionem a obtenção de respostas definidas, têm a desvantagem metodológica de sugerir ideias que poderiam não representar as apresentadas espontaneamente pelo sujeito investigado (MARCONI; LAKATOS, 2008).

No entanto, a dificuldade de diferenciar concepções já possuídas pelos alunos, daquelas induzidas pela reflexão no momento em que uma questão lhe é formulada pelo investigador, ocorre mesmo em pesquisas que não se utilizam de questões fechadas, requerendo técnicas adequadas para minimizar esse efeito (PIAGET, 2005).

Buscou-se atenuar esse problema empregando-se questões elaboradas, em sua maior parte, com itens que correspondem a concepções comumente manifestadas por estudantes de diversas faixas etárias, identificadas anteriormente em pesquisas envolvendo outras técnicas.

O teste foi analisado por um pesquisador do campo da Educação para a Ciência, cuja linha de pesquisa é o ensino da Astronomia, e também por um professor com experiência no ensino de Astronomia para estudantes da Educação Básica. Com base em critérios tais como a clareza das questões, sua pertinência aos propósitos da pesquisa, sua adequação à faixa etária dos sujeitos, sua correção gramatical e sua ordenação, os avaliadores consideraram o instrumento de coleta de dados válido para a investigação proposta.

2.2 Caracterização da Escola Investigada e da Amostra

Os dados foram coletados no mês de maio de 2009, em uma escola pública urbana, de Foz do Iguaçu, com turmas de quinta série do Ensino Fundamental ao terceiro ano do Ensino Médio.

A escola possuía infraestrutura razoável, dispondo de biblioteca, laboratório para atividades práticas de Ciências da Natureza, quadra esportiva, auditório, laboratório de informática e salas de aula com TVs dotadas de entrada USB, que permitem exibir apresentações multimídia preparadas em formato digital e gravadas em um *pendrive*.

A comunidade escolar era heterogênea do ponto de vista socioeconômico e cultural, reunindo estudantes de diferentes bairros da região próxima à instituição, incluindo algumas áreas mais carentes e com índices de violência preocupantes.

A fim de situar a escola examinada no contexto municipal, estadual e nacional, do ponto de vista educacional, tomou-se como referência o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), fornecido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP).

O Ideb é um indicador que combina os resultados de exames padronizados aplicados ao final de determinadas etapas de ensino (quarta e oitava séries do Ensino Fundamental, e terceira série do Ensino Médio) com informações sobre promoção, repetência e evasão dos estudantes na correspondente fase (FERNANDES, 2007).

Registrou-se em 2009, para as escolas públicas do Brasil, um índice geral de 3,7 na segunda fase do Ensino Fundamental e de 3,4 no Ensino Médio (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2010). Tais valores podem ser comparados com o índice 6,0, correspondente à média de sistemas educacionais de países mais desenvolvidos (membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE) (FERNANDES, [2007]).

Em 2009, as notas médias das escolas públicas do Paraná foram de 4,1 na segunda fase do Ensino Fundamental e 3,9 no Ensino Médio (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2010). Nesse mesmo ano, a nota média das escolas públicas de Foz do Iguaçu foi de 3,9 na segunda fase do Ensino Fundamental (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2010). Não foram encontrados dados para o Ensino Médio em cada município ou escola.

As baixas notas do Ideb decorrem da reduzida proficiência obtida pelos alunos nos exames padronizados e das altas taxas de repetência e evasão escolar (FERNANDES, 2007).

O quadro geral do Ideb das escolas públicas brasileiras fornece um indicativo médio da situação no país, mas diferenças notáveis são encontradas quando se comparam diferentes regiões ou se cotejam instituições públicas e particulares. Mesmo dentro de um mesmo Estado ou cidade pode haver variações significativas.

As diferenças observadas entre as várias escolas refletem contextos sociais, econômicos e culturais distintos, com suas nuances regionais e locais, e evidentemente não se pode pretender que a investigação descrita neste trabalho seja representativa da realidade brasileira como um todo. No entanto, espera-se que os dados obtidos possam servir para a comparação com aqueles encontrados em outros contextos, a fim de se confrontar concepções mais comuns e problemas de entendimento verificados.

O Ideb engloba, em relação a conteúdos disciplinares, apenas dados de exames padronizados de Matemática e Língua Portuguesa, sem contemplar diretamente tópicos de Astronomia. Também deixa de avaliar diversos aspectos específicos do processo de ensino e aprendizagem ou das condições em que as atividades educacionais se desenvolvem, tais como recursos pedagógicos empregados, abordagens didáticas adotadas, perfil sociocultural dos estudantes, características dos professores, infraestrutura das escolas, dentre outros itens. Porém, pelo fato de ser realizado em âmbito nacional e trazer informações sobre cada escola avaliada, o Ideb fornece elementos para comparações do desempenho dos alunos de um dado estabelecimento de ensino com os demais, ao menos no que diz respeito aos pontos contemplados no índice utilizado.

Verifica-se que o Ideb da escola em foco neste trabalho, de 4,1 para a segunda fase do Ensino Fundamental, não difere substancialmente dos escores médios das escolas públicas do Brasil (3,7), do Paraná (4,1) e de Foz do Iguaçu (3,9) para essa etapa de ensino.

Entretanto, não se pode assegurar que estudos sobre o entendimento de conceitos de Astronomia produzam resultados similares em escolas com notas do Ideb parecidas. Há variações que podem surgir conforme a área do conhecimento avaliada, em função da complexidade do ambiente educacional, com inúmeros fatores envolvidos. A obtenção de informações sobre as concepções astronômicas em âmbitos mais gerais que os da pesquisa apresentada neste artigo demanda a realização de estudos com amostras mais amplas e representativas.

A escola considerada neste trabalho possuía 32 turmas de Ensino Fundamental, com 991 estudantes matriculados, e 15 turmas de Ensino Médio, com 550 estudantes matriculados. A amostra foi constituída por 397 estudantes do Ensino Fundamental e 164 estudantes do Ensino Médio dessa escola, totalizando 561 indivíduos. Nas tabelas 1 e 2 expõem-se a distribuição de alunos matriculados e participantes da pesquisa, por série e turno.

Tabela 1. *Distribuição de alunos do Ensino Fundamental por série e por turno.*

SÉRIE	MANHÃ			TARDE			NOITE			TOTAL		
	Mat.	Part.		Mat.	Part.		Mat.	Part.		Mat.	Part.	
	N	N	P	N	N	P	N	N	P	N	N	P
5 ^a	–	–	–	266	120	45%	–	–	–	266	120	45%
6 ^a	–	–	–	229	101	44%	–	–	–	229	101	44%
7 ^a	187	76	41%	32	9	28%	32	3	9%	251	88	35%
8 ^a	208	82	39%	–	–	–	37	6	16%	245	88	36%
TOTAL	395	158	40%	527	230	44%	69	9	13%	991	397	40%

Mat.: alunos matriculados; **Part.:** alunos participantes da pesquisa; **N:** número de alunos; **P:** percentual de alunos participantes da pesquisa em determinada categoria.

Tabela 2. *Distribuição de alunos do Ensino Médio por série e por turno.*

SÉRIE	MANHÃ			TARDE			NOITE			TOTAL		
	Mat.	Part.		Mat.	Part.		Mat.	Part.		Mat.	Part.	
	N	N	P	N	N	P	N	N	P	N	N	P
1 ^a	103	14	14%	–	–	–	117	41	35%	220	55	25%
2 ^a	67	19	28%	–	–	–	111	33	30%	178	52	29%
3 ^a	38	12	32%	–	–	–	114	45	39%	152	57	37%
TOTAL	208	45	22%	–	–	–	342	119	35%	550	164	30%

Mat.: alunos matriculados; **Part.:** alunos participantes da pesquisa; **N:** número de alunos; **P:** percentual de alunos participantes da pesquisa em determinada categoria.

Um obstáculo metodológico enfrentado no desenvolvimento da pesquisa foi conseguir os termos de consentimento livre e esclarecido para a participação dos alunos, tal como exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Na investigação conduzida, somente responderam ao questionário os estudantes que expressaram sua anuência e trouxeram o termo de consentimento, o qual no caso de menores de idade deveria ser assinado pelos pais ou responsáveis legais. Por essa razão, o índice geral de participação dos alunos na pesquisa foi de apenas 36% e resultou na constituição de uma amostra de

participação voluntária, não-probabilística. Tal condição faz com que não se possa garantir a representatividade da amostra obtida. É possível que tal forma de amostragem tenha acarretado uma proporção maior de indivíduos em média mais motivados para as atividades acadêmicas e interessados no assunto abordado. E um efeito dessa composição talvez tenha sido a produção de uma elevação no desempenho registrado no teste, em comparação com o que se teria com uma amostra aleatória.

No Ensino Fundamental, a amostra englobou estudantes com idades entre 10 e 19 anos. Doze estudantes não informaram a idade. A média de idade foi de 11 anos na quinta série, 12 anos na sexta série, 13 anos na sétima série e 14 anos na oitava série.

No Ensino Médio, a amostra incluiu alunos com idades entre 14 e 28 anos. Nove alunos não forneceram a idade. A média de idade foi de 16 anos na primeira série, 17 anos na segunda série e 18 anos na terceira série.

2.3 Coleta e Análise de Dados

A participação na pesquisa não implicou a atribuição de nota. Os estudantes tiveram cerca de 30 minutos para responder às questões do teste.

A partir dos dados obtidos, calculou-se o percentual de estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio que assinalou determinada alternativa. Desse modo, foi possível identificar as ideias expressadas por um maior número de alunos em relação a um tema específico.

Computou-se também o percentual geral de respostas adequadas do ponto de vista científico para o Ensino Fundamental considerado no todo, para o Ensino Médio abordado de modo integral e para cada uma das séries separadamente. Para avaliar se o percentual de respostas cientificamente aceitas aumentava de uma série para a seguinte, foi utilizado um teste estatístico para inferências sobre diferenças entre duas proporções, com o nível de significância $\alpha = 0,05$. Testou-se a afirmativa de que a proporção de acertos dos alunos de uma determinada série é maior do que a da série anterior, representada por $H_1: p_1 > p_2$. Tomou-se como hipótese nula a afirmativa de que os desempenhos dos alunos de duas séries consecutivas são iguais, expressada por $H_0: p_1 = p_2$.

3. Resultados

A análise dos resultados evidenciou que a maior parte dos estudantes desconhecia as explicações e fatos aceitos cientificamente em relação à maioria das questões de Astronomia propostas. O índice geral de respostas compatíveis com o conhecimento científico foi de 28,6% no Ensino Fundamental e 32,6% no Ensino Médio. Esse índice foi de 27,1% no quinto ano, 25,4% no sexto ano, 31,6% no sétimo ano e 31,4% no oitavo ano do Ensino Fundamental, e de 27,4% no primeiro ano, 32,5% no segundo ano e 37,8% no terceiro ano do Ensino Médio.

No Ensino Fundamental, em comparações do desempenho entre séries consecutivas, não se observou progresso estatisticamente significativo nos resultados ao se cotejar o sexto ano com o quinto ($z = -1,2691$, $P = 0,8978$) e o oitavo ano com o sétimo ($z = -0,1088$, $P = 0,5433$), mas se verificou avanço estatisticamente significativo ao se confrontar o sétimo ano com o sexto ($z = 4,2185$, $P = 0,0000$). Por outro lado, constatou-se que a proporção de respostas adequadas do ponto de vista científico aumentou de maneira estatisticamente significativa ao se comparar o sétimo ano com o

quinto ($z = 3,1657$, $P = 0,0008$), o oitavo ano com o sexto ($z = 4,1059$, $P = 0,0000$) e o oitavo ano com o quinto ($z = 3,0483$, $P = 0,0012$).

No Ensino Médio, verificou-se que o progresso nos resultados foi estatisticamente significativo ao se comparar o segundo ano com o primeiro ($z = 2,5950$, $P = 0,0047$) e também ao se comparar o terceiro ano com o segundo ($z = 2,5901$, $P = 0,0048$).

Desse modo, não se constatou uma evolução uniforme de um ano para outro, pois em determinados casos o desempenho de uma série mais avançada não pôde ser considerado superior ao da anterior. Porém, confrontando-se as séries final e inicial da segunda fase do Ensino Fundamental, e as séries final e inicial do Ensino Médio, registrou-se um pequeno avanço, tendência esperada, de modo geral, quando se leva em conta o aumento na maturidade dos alunos com o tempo e supõe-se existir um desenvolvimento intelectual devido à educação recebida.

Nas tabelas numeradas de 3 a 22, encontra-se o percentual de alunos que assinalou determinada opção de cada questão do instrumento de pesquisa, tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio. As respostas corretas foram destacadas em negrito no *apêndice*. Há perguntas em que a soma dos percentuais não totaliza 100% porque alguns alunos deixaram de respondê-las ou marcaram mais de uma opção, anulando a questão. Na sequência, serão analisadas as respostas fornecidas pelos alunos, divididas em categorias. Os resultados de cada questão não foram apresentados na mesma ordem em que figuram no teste aplicado, tendo em vista a conveniência da análise. Quando possível, esses resultados serão confrontados com os obtidos em outras pesquisas.

a) Ciclo dia-noite (questão 1)

Na **questão 1**, indagados sobre a causa do dia e da noite, 63% dos alunos do Ensino Fundamental e 76% dos estudantes do Ensino Médio consideraram que tal fato era produzido pela rotação da Terra em torno de seu eixo. Esses resultados são superiores ao de quase 50% relatado por Trumper (2001) em um estudo que envolveu 448 alunos israelenses da sétima à nona série (idades entre 13 e 15 anos). O resultado do Ensino Fundamental é próximo e o do Ensino Médio um pouco superior ao valor de cerca de 66% obtido por Lightman e Sadler (1993) no pré-teste de uma pesquisa englobando 330 estudantes americanos da oitava à décima segunda série (idades entre 13 e 18 anos).

Tabela 3. Respostas à questão 1.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	63%	15%	7%	1%	12%
Ensino Médio	76%	15%	4%	1%	4%

b) Estrelas visíveis em uma localidade (questão 2)

Na **questão 2**, o fato de que as estrelas vistas de Foz do Iguaçu não são exatamente as mesmas observadas de uma cidade da Europa, em virtude de uma localidade estar situada no hemisfério sul da Terra e a outra no hemisfério norte, foi

reconhecido por quase a metade (47%) dos alunos do Ensino Fundamental e por 39% dos estudantes do Ensino Médio. Pensamento similar em relação às estrelas vistas de Israel e da Austrália foi manifestado por apenas 19% dos 892 estudantes israelenses da sétima à décima segunda série que participaram de uma investigação desenvolvida por Finegold e Pundak (1991).

Tabela 4. Respostas à questão 2.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	a	b	c	d
Ensino Fundamental	6%	15%	47%	32%
Ensino Médio	2%	31%	39%	27%

c) Posição do Sol na esfera celeste e sombra dos objetos (questões 3, 13 e 17)

Na **questão 3**, somente 25% dos alunos tanto do Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio informaram que o Sol nunca se encontra em um ponto do céu exatamente acima da cabeça do observador em Foz do Iguaçu (latitude de 25,4° Sul), ao meio-dia solar. A significativa proporção de 46% de alunos do Ensino Fundamental e um percentual idêntico de estudantes do Ensino Médio considerou que o Sol alcançaria o zênite todos os dias, ao meio-dia solar. Em uma questão similar proposta na investigação conduzida por Trumper (2001), os resultados não foram muito melhores: 32% dos alunos responderam corretamente, enquanto 35% acreditavam que o Sol estaria no zênite ao meio-dia solar em Israel, país situado ao norte do trópico de Câncer. O percentual de acertos verificado por Lightman e Saddler (1993) ao indagarem a respeito da posição do Sol ao meio-dia solar foi um pouco inferior ao encontrado no caso relatado no presente trabalho, alcançando apenas 18% em um pré-teste. Na investigação feita por Zeilik, Schau e Mattern (1998) com 251 estudantes universitários americanos predominantemente de áreas não-científicas, 23% dos participantes acertaram uma questão similar proposta em um pré-teste.

Na **questão 13**, sobre o momento em que a sombra de uma haste vertical teria o menor comprimento em Foz do Iguaçu, somente 17% dos alunos do Ensino Fundamental e 25% dos estudantes do Ensino Médio indicaram o dia 21 de dezembro. Para 41% dos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, a sombra mais curta ocorreria em 21 de junho, época em que a duração do dia claro é menor. Bisard *et al.* (1994), em uma pesquisa englobando 708 estudantes do Ensino Fundamental à Universidade, encontraram um percentual superior (37%) de respostas apropriadas a uma pergunta semelhante. No entanto, a proporção de alunos que indicaram um dia próximo ao início do inverno como aquele no qual a sombra projetada seria a menor foi tão elevada (42%) quanto a do caso relatado no presente trabalho.

Na **questão 17**, apenas 21% dos alunos do Ensino Fundamental e 26% dos estudantes do Ensino Médio assinalaram que o Sol nascente estaria à esquerda da direção leste (considerando-se um observador olhando diretamente para o leste) em 21 de junho. Um percentual um pouco superior dos participantes (27% no Ensino Fundamental e 32% no Ensino Médio) considerou erroneamente que o Sol nasceria diretamente a leste. No estudo conduzido por Bisard *et al.* (1994), somente 18% dos alunos expressaram a resposta correta, enquanto 45% pensavam que o Sol nasceria diretamente a leste em um dia próximo ao solstício.

Tabela 5. Respostas à questão 3.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	25%	46%	16%	6%	5%
Ensino Médio	25%	46%	14%	4%	7%

Tabela 6. Respostas à questão 13.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	a	b	c	d
Ensino Fundamental	18%	41%	22%	17%
Ensino Médio	12%	41%	21%	25%

Tabela 7. Respostas à questão 17.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	a	b	c	d
Ensino Fundamental	21%	31%	27%	20%
Ensino Médio	26%	23%	32%	17%

d) Estações do ano (questões 4 e 16)

Na **questão 4**, relacionada às estações do ano, o mês de junho foi apontado por 38% dos alunos do Ensino Fundamental e 46% dos estudantes do Ensino Médio como a época em que ocorreria o dia com maior duração do período de iluminação do Sol na Europa. Na pesquisa de Trumper (2001), somente 28% dos alunos acertaram uma pergunta equivalente, sobre o mês no qual haveria o dia com maior período de iluminação no hemisfério terrestre oposto ao que viviam.

Na **questão 16**, apenas 31% dos alunos do Ensino Fundamental e 25% dos estudantes do Ensino Médio indicaram corretamente que as estações do ano ocorrem pelo fato de o eixo de rotação da Terra estar inclinado em relação ao plano de sua órbita ao redor do Sol, apontando aproximadamente na mesma direção em relação às estrelas. No entanto, uma proporção de 30% dos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio atribuiu a causa das estações do ano à variação de distância entre o Sol e a Terra. Na pesquisa de Trumper (2001), o percentual de estudantes que assinalou a alternativa correta foi um pouco maior (36%). No caso relatado no presente trabalho, 19% dos estudantes do Ensino Fundamental e 29% dos alunos do Ensino Médio consideraram também que as estações do ano ocorrem pelo fato de o eixo de rotação da Terra oscilar para frente e para trás à medida que o planeta se move em torno do Sol.

Tabela 8. Respostas à questão 4.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	a	b	c	d
Ensino Fundamental	17%	38%	26%	16%
Ensino Médio	9%	46%	26%	19%

Tabela 9. Respostas à questão 16.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	30%	9%	31%	19%	11%
Ensino Médio	30%	3%	25%	29%	12%

e) Fases e movimentos da Lua (questões 5, 9, 12 e 15)

Na **questão 12**, o tempo gasto pela Lua para completar uma volta ao redor do *Sol*, de aproximadamente um ano, foi estimado corretamente por 41% dos alunos do Ensino Fundamental e 37% dos estudantes do Ensino Médio. No estudo de Trumper (2001), uma proporção maior de alunos (52%) – similar à verificada por Lightman e Sadler (1993) em um pré-teste – forneceu a estimativa apropriada.

Porém, nas respostas à **questão 9**, somente 17% dos alunos do Ensino Fundamental e 25% dos estudantes do Ensino Médio assinalaram que a Lua levaria cerca de um mês para completar uma volta ao redor da *Terra*. Os estudantes avaliados por Trumper (2001), por outro lado, saíram-se melhor nessa questão (58% indicaram a alternativa apropriada). Os alunos investigados por Lightman e Sadler (1993) obtiveram, em um pré-teste, resultado superior (38%) ao do caso relatado no presente trabalho, mas também tiveram uma queda no desempenho ao se comparar com suas respostas à *questão 12*. Uma noção predominante no estudo descrito no presente artigo foi a de que a Lua gastaria cerca de um dia para completar uma volta ao redor da Terra, manifestada por 33% dos alunos do Ensino Fundamental e 47% dos estudantes do Ensino Médio. Tal ocorrência revelou uma confusão entre o período de rotação da Terra, associado ao ciclo dia-noite, e o período de revolução da Lua em sua órbita ao redor de nosso planeta. É possível que os alunos tenham sido levados a essa conclusão por observarem a Lua em um momento e terem de esperar até o dia seguinte para ver novamente esse astro em uma altura semelhante no céu. Pode-se comparar esse fato com o verificado na *questão 12*, na qual 26% dos alunos do Ensino Fundamental e 34% dos estudantes do Ensino Médio imaginaram que Lua gastaria cerca de um dia para completar uma volta ao redor do Sol.

O desconhecimento das características do corpo celeste mais próximo da Terra manifestou-se também em outros tópicos. Na **questão 15**, somente 16% dos alunos do Ensino Fundamental e 18% dos estudantes do Ensino Médio concluíram que a Lua sempre mostra a mesma face para um observador na Terra pelo fato de girar em torno do próprio eixo com período de cerca de um mês. Esse percentual pode ser confrontado com a reduzida proporção de alunos que estimou em um mês o período de revolução da Lua ao redor da Terra, na *questão 9*. Na pesquisa de Trumper (2001), a proporção de acertos também foi baixa, embora tenha sido um pouco superior à dos alunos do caso descrito no presente artigo, chegando a 25%. No estudo de Zeilik, Schau e Mattern (1998), o motivo correto foi assinalado por apenas 10% estudantes, em um pré-teste. Na pesquisa relatada no presente trabalho, novamente verificou-se a associação indevida do período de rotação da Terra com outros fenômenos cíclicos, pois 27% dos alunos do Ensino Fundamental e 31% dos estudantes do Ensino Médio revelaram uma tentativa de entender o fenômeno de rotação síncrona da Lua supondo que esse astro demoraria aproximadamente um dia para executar uma volta em torno de seu eixo.

Nas explicações sobre as fases lunares, na **questão 5**, 32% dos alunos do Ensino Fundamental e 35% dos estudantes do Ensino Médio as atribuíram ao fato de a Lua mover-se ao redor da Terra. O percentual de respostas corretas obtido por Trumper (2001) foi maior (52%). Lightman e Sadler (1993), por outro lado, encontraram um valor um pouco menor, em torno de 25%, em um pré-teste. Zeilik, Schau e Mattern (1998) verificaram, em um pré-teste, que 31% dos participantes associavam as fases da Lua ao movimento desse astro ao redor da Terra. Na investigação relatada no presente trabalho, pode-se destacar ainda o aparecimento da concepção alternativa de que a porção iluminada da face da Lua aumenta durante a fase crescente porque esse astro se move para fora da sombra da Terra, expressada por 25% dos alunos do Ensino Fundamental e 31% dos estudantes do Ensino Médio.

Tabela 10. Respostas à questão 12.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	3%	26%	15%	15%	41%
Ensino Médio	2%	34%	12%	14%	37%

Tabela 11. Respostas à questão 9.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	3%	33%	18%	17%	29%
Ensino Médio	1%	47%	14%	25%	12%

Tabela 12. Respostas à questão 15.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	27%	17%	16%	15%	24%
Ensino Médio	31%	14%	18%	9%	27%

Tabela 13. Respostas à questão 5.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	25%	25%	10%	32%	7%
Ensino Médio	31%	27%	3%	35%	3%

f) Dimensões e distâncias no Universo (questões 6, 8, 11 e 20)

Constatou-se uma dificuldade dos participantes da pesquisa em relação a dimensões e distâncias no Universo, uma vez que, de modo geral: a) superestimaram o tamanho da Terra (somente 8% dos alunos do Ensino Fundamental e 2% dos estudantes do Ensino Médio avaliaram corretamente essa grandeza na **questão 6**); b) não demonstraram ter uma boa noção da escala de grandezas do sistema solar (apenas 22% dos alunos do Ensino Fundamental e 20% dos estudantes do Ensino Médio forneceram,

na **questão 8**, um valor apropriado para a distância entre a Terra e o Sol num modelo em escala no qual o Sol teria o tamanho de uma bola de futebol de campo); c) não evidenciaram ter uma boa noção da escala de distâncias do Universo (na **questão 11**, somente 21% dos alunos do Ensino Fundamental e 33% dos estudantes do Ensino Médio ordenaram corretamente a Lua, o Sol, Plutão e as estrelas fixas em ordem de maior distância à Terra; e apenas 20% dos alunos do Ensino Fundamental e 25% dos estudantes do Ensino Médio fizeram, na **questão 20**, uma estimativa razoável da distância entre o Sol e uma estrela próxima num modelo em escala no qual as estrelas teriam o tamanho de uma uva). Problemas em relação a essas questões também foram identificados por Trumper (2001), em cuja investigação somente 8% dos alunos estimaram corretamente o diâmetro da Terra, 20% avaliaram apropriadamente a distância entre o Sol e a Terra, e 18% revelaram possuir uma noção adequada da distância entre o Sol e uma estrela próxima. Na pesquisa de Trumper (2001), o percentual de estudantes que situou a Lua em uma posição mais próxima da Terra, as estrelas à maior distância e Plutão em uma distância intermediária foi um pouco superior (36%). Uma proporção razoável dos estudantes do caso relatado no presente trabalho (36% no Ensino Fundamental e 30% no Ensino Médio) estabeleceu distâncias crescentes na ordem Sol – Lua – estrelas fixas – Plutão, indicando que relacionam de maneira equivocada o decréscimo no brilho observado com um aumento da distância à Terra.

Tabela 14. Respostas à questão 6.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	5%	8%	19%	33%	34%
Ensino Médio	0%	2%	14%	38%	45%

Tabela 15. Respostas à questão 8.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	13%	19%	24%	21%	22%
Ensino Médio	11%	25%	22%	19%	20%

Tabela 16. Respostas à questão 11.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	18%	36%	12%	21%	11%
Ensino Médio	20%	30%	7%	33%	8%

Tabela 17. Respostas à questão 20.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	12%	25%	26%	17%	20%
Ensino Médio	9%	21%	25%	20%	25%

g) *Eclipses (questões 7 e 10)*

Na **questão 10**, perguntados sobre o eclipse total da *Lua*, 60% dos alunos do Ensino Fundamental e 62% dos estudantes do Ensino Médio indicaram que esse astro deveria se encontrar na fase cheia para o fenômeno ocorrer. No entanto, nas respostas à **questão 7**, sobre o eclipse total do *Sol*, 63% dos alunos do Ensino Fundamental e 72% dos estudantes do Ensino Médio consideraram erroneamente que a *Lua* deveria estar cheia para o fenômeno acontecer. O percentual de respostas incorretas encontrado por Trumper (2001) nessa questão foi de 74%. No caso descrito no presente trabalho, somente 20% dos alunos do Ensino Fundamental e 18% dos estudantes do Ensino Médio afirmaram que a *Lua* deveria estar na fase nova para um eclipse solar total realizar-se. Os resultados são similares aos 18% verificados por Trumper (2001) e um pouco inferiores aos 28% encontrados em um pré-teste por Zeilik, Schau e Mattern (1998). Desse modo, constatou-se que a maioria dos estudantes avaliados não possuía clareza sobre a relação entre as fases da *Lua* e os eclipses.

Tabela 18. Respostas à questão 10.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	a	b	c	d
Ensino Fundamental	60%	24%	8%	7%
Ensino Médio	62%	17%	11%	9%

Tabela 19. Respostas à questão 7.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	a	b	c	d
Ensino Fundamental	63%	20%	12%	5%
Ensino Médio	72%	18%	7%	2%

h) *Fusos horários (questão 14)*

Na **questão 14**, sobre fusos horários, 29% dos alunos do Ensino Fundamental e 40% dos estudantes do Ensino Médio concluíram que se em Foz do Iguaçu é meio-dia, em Maputo, cidade africana situada cerca de 90° a leste, será fim de tarde, próximo do pôr do Sol. Uma proporção de 27% dos alunos do Ensino Fundamental e 26% dos estudantes do Ensino Médio, embora tenham também avaliado que em Maputo a hora estaria mais adiantada, superestimaram a diferença entre as indicações nos dois locais, considerando que lá seria meia-noite. No estudo conduzido por Trumper (2001), um percentual não muito diferente (35%), respondeu corretamente a uma questão similar. Na pesquisa de Lightman e Sadler (1993), a proporção de estudantes que acertou uma pergunta de mesmo teor, em um pré-teste, foi superior (aproximadamente 46%).

Tabela 20. Respostas à questão 14.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	21%	29%	13%	27%	10%
Ensino Médio	14%	40%	7%	26%	13%

i) Centro do Universo (questão 18)

Na **questão 18**, sobre a existência de um ponto central no Universo, apenas 27% dos alunos do Ensino Fundamental e quase a metade (49%) dos estudantes do Ensino Médio responderam em conformidade com as modernas ideias e observações relativas a esse tema, considerando-o acêntrico. Trumper (2001) relatou que um pouco mais da metade (56%) dos alunos expressou pensamento similar. No caso descrito no presente trabalho, cerca de 34% dos estudantes do Ensino Fundamental e 24% do Ensino Médio consideraram o Sol como o centro do Universo. Na pesquisa de Trumper (2001), a proporção de respostas heliocêntricas obtida foi de 24%.

Tabela 21. Respostas à questão 18.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS				
	a	b	c	d	e
Ensino Fundamental	16%	34%	16%	7%	27%
Ensino Médio	10%	24%	8%	9%	49%

j) Brilho das estrelas (questão 19)

Na **questão 19**, a origem do brilho das estrelas foi relacionada a fenômenos no *centro* desses astros que transformam matéria em luz por apenas 19% dos alunos do Ensino Fundamental e 28% dos estudantes do Ensino Médio. Para 22% dos alunos do Ensino Fundamental e 17% dos estudantes do Ensino Médio, o brilho também resultaria de fenômenos que convertem matéria em luz, porém na *superfície* das estrelas. Um percentual expressivo de alunos do Ensino Fundamental (42%) e estudantes do Ensino Médio (41%) considerou que o brilho das estrelas resultaria da reflexão da luz do Sol, indicando desconhecer os mecanismos estelares básicos de produção de energia nesses astros, similares aos do próprio Sol. O percentual de alunos que manifestou concepção alternativa parecida foi ainda maior na investigação relatada por Finegold e Pundak (1991), chegando a 69%, enquanto que somente 5% associaram o brilho das estrelas a ocorrências em seu centro. Estes pesquisadores encontram ainda a proporção de 9% dos alunos os quais supuseram que a luz das estrelas se originava em fenômenos na sua superfície.

Tabela 22. Respostas à questão 19.

PARTICIPANTES	ALTERNATIVAS			
	A	b	c	d
Ensino Fundamental	42%	22%	19%	17%
Ensino Médio	41%	17%	28%	13%

4. Considerações Finais

Esta pesquisa buscou trazer informações sobre ideias apresentadas por estudantes da Educação Básica a respeito de alguns tópicos fundamentais da Astronomia. Além de propiciar conhecimento quanto às concepções de alunos de uma escola pública da cidade de Foz do Iguaçu, a pesquisa relatada forneceu dados para cotejos com resultados obtidos em estudos efetuados em outros contextos.

Embora tenha sido verificado um pequeno progresso na proporção de respostas cientificamente aceitáveis ao se confrontar a oitava série do Ensino Fundamental com a quinta, e a terceira série do Ensino Médio com a primeira, houve o predomínio de concepções alternativas em relação à maior parte dos temas explorados, as quais persistiram até o último ano da Educação Básica. A comparação com dados encontrados em pesquisas realizadas nos Estados Unidos e em Israel revelaram, em muitos aspectos, noções e dificuldades similares manifestadas pelos estudantes.

Tal fato indica a necessidade de maior ênfase no ensino de Astronomia, a fim de que ao menos os conceitos fundamentais possam ser assimilados de maneira satisfatória. Essa meta é relevante, uma vez que muitos fenômenos astronômicos básicos podem ser observados no dia a dia e, mesmo quando não fazem parte do cotidiano, são importantes para um melhor entendimento do Universo do qual fazemos parte.

O escopo limitado deste trabalho não possibilita generalizar as conclusões, mas o fato de se ter investigado uma escola pública com características que podem ser comuns a outras, e ter-se obtido percentuais comparáveis aos de outros estabelecimentos de ensino, permite supor que problemas semelhantes façam parte da realidade de mais instituições.

Atualmente existem muitos resultados da pesquisa em ensino de Ciências que poderiam ser aplicados à melhoria do processo de ensino e aprendizagem da Astronomia, abarcando desde as abordagens e estratégias utilizadas em sala de aula até a formação de professores, incluindo também atividades realizadas em centros de educação informal, com destaque a observatórios astronômicos e planetários, capazes de apoiar a complementação dos conteúdos examinados na escola.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, do Parque Tecnológico Itaipu (PTI), pelo apoio à realização da pesquisa.

6. Referências

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

BAILEY, J. M.; SLATER, T. F. A contemporary review of K-16 astronomy education research. In: PASCHOFF, J. M.; PERCY, J. R. (Ed.). **Teaching and learning astronomy:** effective strategies of educators worldwide. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 58-65.

BARNETT, M. Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 24, n. 8, p. 859-879, 2002.

BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 11, special issue, p. 502-513, 1989.

BISARD, W. J. *et al.* Assessing selected physical science and Earth science misconceptions of middle school through university pre-service teachers. **Journal of Science College Teaching**, [S.l.], v. 24, p. 38-42, Sept./Oct. 1994.

DINIZ, R. E. S. Concepções e práticas pedagógicas do professor de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 2, n. 1, p. 2-9, 1996.

FERNANDES, R. **Índice de desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)**. Brasília: INEP/MEC, 2007. Disponível em: <http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9C976990-7D8D-4610-AA7C-FF0B82DBAE97%7D_Texto_para_discussão26.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2010.

_____. **Índice de desenvolvimento da educação básica (Ideb): metas intermediárias para a sua trajetória no Brasil, estados, municípios e escolas**. [Brasília]: INEP/MEC, [2007]. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/Ideb/Artigo_projecoes.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2010.

FINEGOLD, M.; PUNDAK, D. A study of change in students' conceptual frameworks in astronomy. **Studies in Educational Evaluation**, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 151-166, 1991.

GIL QUÍLEZ, M. J.; MARTÍNEZ PEÑA, B. El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 23, n. 2, p. 153-166, 2005.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, Limeira, n. 5, p. 25-37, 2008. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/num5/A2_%20n5.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Ideb – resultados e metas**. [Brasília], 2010. Disponível em: <<http://sistemasideb.inep.gov.br/resultado/>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

JONES, B. L.; LYNCH, P. P. Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 43-53, 1987.

LIGHTMAN, A.; SADLER, P. Teacher predictions versus actual student gains. **The Physics Teacher**, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 162-167, Mar. 1993.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. 7. ed. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTÍNEZ PEÑA, B.; GIL QUÍLEZ, M. J. The importance of images in astronomy education. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 23, n. 11, p. 1.125-1.135, 2001.

MILLER, E. The gender gap in cosmology: results from a small case study of undergraduates. **Astronomy Educational Review**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 35-45, 2003. Disponível em: <<http://link.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=AERSCZ000001000002000035000001>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

OFFERDAHL, E. G.; PRATHER, E. E.; SLATER, T. F. Students' pre-instructional beliefs and reasoning strategies about astrobiology concepts. **Astronomy Educational Review**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 5-27, 2003. Disponível em: <<http://link.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=AERSCZ000001000002000005000001>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

OLIVEIRA, E. F.; VOELZKE, M. R.; AMARAL, L. H. Percepção astronômica de um grupo de alunos do ensino médio da rede estadual de São Paulo da cidade de Suzano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, Limeira, n. 4, p. 79-98, 2007. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/num4/A5_n4.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2010.

PANAGIOTAKI, G.; NOBES, G.; POTTON, A. Mental models and other misconceptions in children's understanding of the Earth. **Journal of Experimental Child Psychology**, [S. l.], v. 104, n. 1, p. 52-67, Sept. 2009.

PIAGET, J. **A representação do mundo na criança**. 2. ed. Aparecida: Idéias e Letras, 2005.

PRATHER, E. E.; SLATER, T. F.; OFFERDAHL, E. G. Hints of a fundamental misconception in cosmology. **Astronomy Education Review**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 28-34, 2003. Disponível em: <<http://link.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=AERSCZ000001000002000028000001>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

SEBASTIÀ, B. M. La enseñanza/aprendizaje del modelo sol-tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, Limeira, n. 1, p. 1-26, 2004. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/num1/A1%20n1%202004.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

SHARP, J. G.; KUERBIS, P. Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. **Science Education**, [S.l.], v. 90, n. 1, p. 124-147, 2006.

STAHLY, L. L.; KROCKOVER, G. H.; SHEPARDSON, D. P. Third grade students' ideas about the lunar phases. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 159-177, 1999.

STRAATEMEIER, M.; VAN DER MAAS, H. L. J.; JANSEN, B. R. J. Children's knowledge of the Earth: a new methodological and statistical approach. **Journal of Experimental Child Psychology**, [S. l.], v. 100, n. 4, p. 276-296, Aug. 2008.

TREAGUST, D. F.; SMITH, C. L. Secondary students' understanding of gravity and the motion of planets. **School Science and Mathematics**, [S.l.], v. 89, n. 5, p. 380-391, May/June 1989.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 23, n. 11, p. 1.111-1.123, 2001.

VIIRI, J. Research-based teaching unit on the tides. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 26, n. 4, p. 463-481, 2004.

VOSNIADOU, Stella; BREWER, W. F. Mental models of the day/night cycle. **Cognitive Science**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 123-183, 1994.

ZEILIK, M.; SCHAU, C.; MATTERN, N. Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. **The Physics Teacher**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 104-107, Feb. 1998.

APÊNDICE – INSTRUMENTO DE PESQUISA

01. O que causa a noite e o dia?

- (a) **A Terra gira em torno de seu eixo.**
- (b) O Sol move-se ao redor da Terra.
- (c) A Lua bloqueia a luz do Sol.
- (d) Nuvens bloqueiam a luz do Sol.
- (e) A Terra move-se para dentro e para fora da sombra do Sol.

02. As estrelas vistas de Foz do Iguaçu são exatamente as mesmas vistas de uma cidade na Europa?

- (a) Sim, mas em uma cidade da Europa elas parecem mais distantes e menores.
- (b) Sim, mas em uma cidade da Europa elas são vistas de direções diferentes.
- (c) **Não, porque Foz do Iguaçu está no hemisfério sul da Terra e uma cidade da Europa no hemisfério norte.**
- (d) Sim, porque a Terra gira em torno de seu eixo.

03. Visto de Foz do Iguaçu, quando o Sol se encontra diretamente acima da cabeça ao meio-dia (de tal modo que nenhuma sombra é projetada)?

- (a) **Nunca.**
- (b) Todo dia.
- (c) No primeiro dia do verão.
- (d) No primeiro dia do inverno.
- (e) No primeiro dia da primavera e do outono.

04. Quando ocorre o dia com maior tempo de claridade do Sol³, na Europa?

- (a) Março.
- (b) **Junho.**
- (c) Setembro.
- (d) Dezembro.

05. Os desenhos abaixo mostram a aparência da Lua⁴ em uma noite e algumas noites depois.



Em uma noite



Algumas noites depois

Qual a razão para essa mudança na aparência da Lua?

³ Ou seja, dia em que o Sol permanece mais tempo acima da linha do horizonte.

⁴ Observada da superfície da Terra.

- (a) A Lua move-se para fora da sombra da Terra.
- (b) A Lua move-se para fora da sombra do Sol.
- (c) A Lua é escura de um lado, branca do outro, e gira.
- (d) A Lua move-se ao redor da Terra⁵.**
- (e) Algo passou em frente à Lua.

06. O número que mais se aproxima do valor do diâmetro da Terra é:

- (a) 1.500 Km.
- (b) 15.000 Km.**
- (c) 150.000 Km.
- (d) 1.500.000 Km.
- (e) 15.000.000 Km.

07. Para ocorrer um eclipse total do *Sol*, a Lua deve estar em qual fase?

- (a) Cheia.
- (b) Nova.**
- (c) Quarto Crescente.
- (d) Quarto Minguante.

08. Se uma bola de futebol de campo for utilizada para representar o Sol, a que distância aproximada deveria ser colocado um modelo representando a Terra?

- (a) 25 cm.
- (b) 1,5 m.
- (c) 2,5 m.
- (d) 12,5 m.
- (e) 25 m.**

09. Escolha a melhor estimativa para o tempo gasto pela Lua para completar uma volta ao redor da *Terra*:

- (a) 1 hora.
- (b) 1 dia.
- (c) 1 semana.
- (d) 1 mês.**
- (e) 1 ano.

10. Para ocorrer um eclipse total da *Lua*, ela deve estar em qual fase?

- (a) Cheia.**
- (b) Nova.
- (c) Quarto Crescente.
- (d) Quarto Minguante.

⁵ A alternativa constitui apenas parte da explicação da causa das fases da Lua. O movimento da Lua em relação à Terra, e da Terra em relação ao Sol, faz com que um observador na superfície terrestre veja diferentes frações do disco lunar ser iluminado pelo Sol ao longo do tempo.

11. Qual das seguintes listas mostra uma sequência de objetos indo dos mais próximos para os mais distantes da Terra?

- (a) Estrelas – Sol – Lua – Plutão.
- (b) Sol – Lua – estrelas – Plutão.
- (c) Plutão – Lua – Sol – estrelas.
- (d) Lua – Sol – Plutão – estrelas.**
- (e) Estrelas – Plutão – Sol – Lua.

12. Escolha a melhor estimativa para o tempo gasto pela Lua para completar uma volta ao redor do *Sol*:

- (a) 1 hora.
- (b) 1 dia.
- (c) 1 semana.
- (d) 1 mês.
- (e) 1 ano.**

13. Vista de Foz do Iguaçu, em que dia do ano a sombra de um poste teria o *menor* comprimento, ao meio-dia⁶?

- (a) 21 de março.
- (b) 21 de junho.
- (c) 21 de setembro.
- (d) 21 de dezembro.**

14. Maputo (capital de Moçambique, na África) está cerca de 90° a leste de Foz do Iguaçu. Se em Foz do Iguaçu é meio-dia, em Maputo será aproximadamente:

- (a) Nascer do Sol.
- (b) Pôr do Sol.**
- (c) Meio-dia.
- (d) Meia-noite.
- (e) Meio-dia do dia seguinte.

15. A Lua, quando observada da Terra, sempre mostra o mesmo lado. Essa observação implica que a Lua:

- (a) Gira em torno de seu eixo completando uma volta a cada dia, aproximadamente.
- (b) Gira em torno de seu eixo completando uma volta a cada semana, aproximadamente.
- (c) Gira em torno de seu eixo completando uma volta a cada mês, aproximadamente.**
- (d) Gira em torno de seu eixo completando uma volta a cada ano, aproximadamente.
- (e) Não gira em torno de seu próprio eixo.

⁶ A rigor, a menor sombra lançada por uma haste vertical verifica-se ao meio-dia solar ou verdadeiro do primeiro dia do verão.

16. Qual a causa para as diferentes estações do ano?
- (a) A variação da distância entre o Sol e a Terra.
 - (b) A variação na quantidade de nuvens.
 - (c) O fato de o eixo de rotação da Terra ser inclinado em relação ao plano de sua órbita⁷, apontando aproximadamente na mesma direção em relação às estrelas.**
 - (d) O eixo de rotação da Terra vira para frente e para trás à medida que a Terra se move ao redor do Sol.
 - (e) A variação da quantidade de energia emitida pelo Sol.
17. Olhando diretamente para o Leste, em 21 de junho, em Foz do Iguaçu, onde estaria o sol nascente?
- (a) À esquerda da direção leste.**
 - (b) À direita da direção leste.
 - (c) Diretamente a leste.
 - (d) A posição varia com a fase da Lua.
18. De acordo com as idéias e observações modernas, qual das seguintes afirmações é correta?
- (a) A Terra está no centro do Universo.
 - (b) O Sol está no centro do Universo.
 - (c) A Via Láctea está no centro do Universo.
 - (d) Uma galáxia distante e desconhecida está no centro do Universo.
 - (e) O Universo não possui um centro.**
19. A luz das estrelas resulta de:
- (a) Reflexão da luz do Sol.
 - (b) Fenômenos na *superfície* das estrelas que transformam matéria em luz.
 - (c) Fenômenos no *centro*⁸ das estrelas que transformam matéria em luz.**
 - (d) Queima das estrelas na medida em que estas se movem através da atmosfera da Terra.
20. Duas uvas poderiam formar um bom modelo para representar o Sol e uma estrela próxima se fossem separadas pela distância de:
- (a) 0,5 m.
 - (b) 1 m.
 - (c) 100 m.
 - (d) 1,5 Km.
 - (e) 150 Km.**

⁷ Órbita ao redor do Sol.

⁸ Admite-se que reações de fusão nuclear no centro de uma estrela constituem a fonte principal de sua energia, durante grande parte de sua vida. No entanto, em estágios mais avançados da evolução estelar, reações nucleares com liberação significativa de energia também podem ocorrer em camadas concêntricas ao núcleo.

ANÁLISE DA PRESENÇA DE CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA EM UMA DÉCADA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (1998-2008)

*Hanny Angeles Gomide¹
Marcos Daniel Longhini²*

Resumo. No presente trabalho fizemos uma análise da presença de conteúdos de Astronomia nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), em sua primeira década de existência (1998-2008). Verificamos a quantidade de questões envolvendo essa temática que estiveram presentes no decorrer dos anos, assim como os temas mais recorrentes. Discutimos os resultados a partir do que é proposto pelos documentos oficiais em relação ao ensino de Astronomia na Educação Básica e tecemos alguns apontamentos sobre a expectativa futura quanto à presença de conteúdos dessa ciência nesse exame oficial.

Palavras-chave: Conteúdos de Astronomia. ENEM . Educação Básica. Documentos Oficiais.

ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE CONTENIDOS DE ASTRONOMÍA EM UMA DÉCADA DEL EXAMEN NACIONAL DE ENSEÑAZA SECUNDÁRIA (1998-2008)

Resumen. En este trabajo realizamos un análisis de la presencia de contenidos de Astronomía en las pruebas del Examen Nacional de Enseñanza Secundaria (ENEM) en su primera década de existencia (1998-2008). Contabilizamos la cantidad de preguntas incluyendo este tema que estuvieron presentes en el transcurso de los años, así como los temas más recurrentes. Discutimos los resultados a partir de lo propuesto por los documentos oficiales en relación a la enseñanza de Astronomía en la Educación Básica y elaboramos algunos apuntes sobre futuras expectativas en relación a la presencia de contenidos de esta ciencia en exámenes oficiales.

Palabras-clave: Contenidos de la Astronomía. ENEM. Educación básica. Políticas educacionales oficiales.

ANALYSIS OF THE PRESENCE OF CONTENT ABOUT ASTRONOMY IN A DECADE OF THE NATIONAL HIGH SCHOOL EXAMINATION (1998-2008)

Abstract. In this paper we analyzed the presence of contents of Astronomy in the National High School Examination (ENEM) in its first decade (1998-2008). We verified the number of questions addressing this topic that were present over the years, as well as the most recurrent subjects. We discussed the results from what is proposed by the official documents regarding the teaching of Astronomy in the Elementary and Secondary Education and we entertain future expectations about the presence of contents of this science in future official examinations.

Keywords: Astronomy contents. ENEM. Basic Education. Official education policies.

¹ Mestranda em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia (PPGED-UFU), Uberlândia/MG. E-mail: hannygomide@yahoo.com.br

² Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia (FACED/UFU), Uberlândia/MG. E-mail: mdlonghini@faced.ufu.br

1. Introdução

O término do Ensino Médio é marcado para os jovens, como um período de finalização de uma etapa, a da Educação Básica, e isso tem conseqüências para a construção da identidade deste momento final da escolarização. O Ensino Médio, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais,

[...] passa a ter a característica de terminalidade, o que significa assegurar a todos os cidadãos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental; aprimorar o educando como pessoa humana; possibilitar o prosseguimento de estudos; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; (PCN, 2000, p.9)

A partir de tais direcionamentos, a escola desempenha um papel fundamental, seja na inserção do aluno no mercado de trabalho ou no prosseguimento de seus estudos; é ela quem propiciará aos jovens “o desenvolvimento de competências para continuar aprendendo de forma autônoma e crítica, em níveis mais complexos de estudo” (PCN, 2000, p.10)

Traçando um olhar macro sobre o período em que vivemos e tentando situar a Educação nele, destacamos a forte influência, em diferentes cenários, da globalização. Conforme aponta Hilário (2008), o processo de globalização faz emergir novos conceitos, como: “revolução tecnológica e alfabetização digital”, que repercute no setor produtivo, em novas demandas. Por conseqüência, isso acarreta a necessidade de práticas educativas relacionadas com a formação do indivíduo que, dentre outras coisas, permita atender ao mercado de trabalho com mão de obra qualificada.

Diante deste cenário, ocorrem mudanças nas políticas públicas para a Educação, com o objetivo de aprimorar o conhecimento adquirido na escola, mediante o exigido pela sociedade (HILÁRIO, 2008); com isso, foram produzidos documentos norteadores, voltados para a reformulação educacional. Conforme o mesmo autor, a promulgação da última Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em 1996, foi o “grande marco” para as políticas educacionais brasileiras do final do século XX. Instrumentos de avaliação, como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e, a partir de 1998, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), surgem como meios criados para avaliar a implementação dessas políticas. O ENEM, especificamente, surge como “um instrumento de avaliação que pudesse mensurar o impacto e alcance da implementação dessas políticas nas escolas médias” (HILÁRIO, 2008, p.98), sendo que a partir dele, busca-se avaliar “a vulnerabilidade, os acertos e necessidades de redirecionamento nas políticas” (HILÁRIO, 2008, p.97).

Diante desse cenário, entendemos que o ENEM é um exame que ocorre no ápice da Educação Básica. Logo, questionamos como tem sido a incorporação de determinados conteúdos, no referido exame, quando analisada à luz dos documentos oficiais que norteiam os currículos para essa mesma etapa da escolarização.

Os conteúdos por nós investigados são os relativos à Astronomia, nossa área de estudo. Eles possuem algumas especificidades, como o potencial para despertar interesse dos alunos por seu estudo, conforme revelam Amaral (2008), Leite e Housome (2007), por exemplo. Contraditoriamente, trata-se de uma área de conhecimento ainda pouco presente em cursos de licenciatura (BRETONES, 1999; AMARAL, 2008); o que tem repercutido na precária formação dos professores para trabalharem com tais conhecimentos (LONGHINI e MORA, 2010). Tratam-se, também, de

conteúdos que estão presentes em documentos oficiais, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN, 2000), nos Parâmetros Curriculares Nacionais- Ensino Fundamental- Ciências naturais (BRASIL, 1998a) e até mesmo no Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (BRASIL, 1998b).

Nossa escolha foi analisar a presença de conteúdos de Astronomia nas provas da primeira década de existência do ENEM (1998-2008), uma vez que, a partir de 2009, o exame vem passando por mudanças, as quais têm trazido reconfigurações em seus objetivos e fins.

2. Políticas Educacionais e o ENEM

No contexto de mudanças ocorridas na Educação, fruto da nova LDBEN (9.394/96), é que surge o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). De acordo com Hilário (2008), o referido exame foi:

Concebido pela equipe da professora Maria Inês Fini, contratada pelo INEP especialmente para viabilizar a proposta de uma avaliação para os estudantes ao final do Ensino Médio nos moldes dos testes que são aplicados na Europa e Estados Unidos ao término da escola secundária, para comprovar a eficácia das práticas nela desenvolvidas, na vida dos estudantes (Scholastic Aptitude Teste-SAT/EUA e o Baccalaureate / França; por exemplo). (HILÁRIO, 2008 p.98).

Dentro desta perspectiva, foi delineada uma proposta de avaliação que prioriza o raciocínio e a resolução de problemas, articulados com as habilidades e competências desenvolvidas pelas escolas (HILÁRIO, 2008).

Criado em 1998, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), do Ministério da Educação, o ENEM tem como objetivo principal “possibilitar uma referência para auto-avaliação, a partir das competências e habilidades que o estruturam” (ENEM, 2006, p.7). Para se ter uma dimensão do que esta avaliação visa abranger, nos apoiamos em Zanchet (2007, p.57), que nos aponta que “[...] esse Exame avalia o aluno em relação às competências construídas durante a escolaridade básica [...]”

A base epistemológica do ENEM tem “como principal fundamento o conceito de cidadania, dentro de uma visão pedagógica democrática que preconiza a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (INEP, 2005, “não paginado”). O modelo da matriz estruturadora do exame contempla a “indicação das competências e habilidades associadas aos conteúdos do Ensino Fundamental e Médio que são próprias ao sujeito na fase de desenvolvimento cognitivo, correspondente ao término da escolaridade básica” (ENEM, 2002, p. 5-6).

No que se refere à implementação do exame, pelo menos em sua primeira década, as provas foram realizadas em um único dia, com cinco horas de duração, com 63 questões de múltipla escolha, com pesos iguais, e uma proposta de redação (GIUDUCCI, 2009).

Desde sua criação, até 2008, o ENEM é uma avaliação de caráter individual, não obrigatória, aplicada anualmente a alunos que estão concluindo o Ensino Médio ou que já o concluíram. No entanto apesar de verificarmos que se trata de um exame realizado ao final do Ensino Médio, entendemos que sua avaliação não abrange somente esta

etapa da escolarização, mas, sim, a toda Educação Básica. Tal idéia é corroborada com a afirmação de que “O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) vem se consolidando desde sua primeira edição, em 1998, como valioso instrumento de avaliação da Educação Básica, no Brasil” (ENEM, 2002, p.5). Outros documentos também confirmam essa idéia quando apontam que o ENEM “[...] se constitui um valioso instrumento de avaliação, fornecendo uma imagem realista e sempre atualizada da educação no Brasil” (ENEM, 2006, p.7).

De modo a termos uma real dimensão do quantitativo de participantes envolvidos neste exame, a tabela abaixo traz o número de alunos inscritos no período em análise:

Tabela 1. Quantitativo de alunos inscritos para o exame no período 1998-2008

Fonte: INEP In: Tudo sobre o ENEM (2009).

ANO	INSCRITOS
1998	157.221
1999	346.953
2000	390.180
2001	1.642.131
2002	1.829.170
2003	1.882.393
2004	1.552.316
2005	3.0004.491
2006	3.742.827
2007	3.584.569
2008	4.004.715

Percebemos nos dados acima um aumento anual crescente no número de inscritos desde a criação do exame, revelando um salto expressivo entre os anos de 2001 e 2005, chegando a 2008 com mais de quatro milhões de participantes.

Em 2001, este salto pode ser atribuído ao fato de o MEC ter concedido isenção de taxa aos inscritos no ENEM, oriundos de escolas públicas. Cavalcante et al.(2006) aponta que até o ano de 2006, 81,2% dos estudantes declararam ter cursado o Ensino Médio em escolas públicas, índice que justifica o elevado número de inscritos.

No ano de 2005, houve outro aumento expressivo no número de inscrições. Um dos fatores atribuídos pode ser devido à criação do Programa Universidade para todos-PROUNI³, cuja nota do ENEM passou a ser utilizada como um dos critérios de seleção das bolsas de estudos deste programa.

No que se relaciona às instituições de Ensino Superior que participam do ENEM, Franco e Bonamino (1999) mostram que em seu segundo ano de existência, o Exame passou a ser utilizado por 61 delas, como uma forma alternativa de ingresso, sendo integral ou parcial, de acordo com os critérios estabelecidos por cada uma. Em

³ Programa criado pelo governo Federal, Lei nº 11.096, em 13 de Janeiro de 2005, que concede bolsas de estudos integrais e parciais a estudantes em cursos de graduação e sequenciais de formação específicas, em instituições privadas de Ensino Superior.

2006, Cavalcante et al. (2006) apontam que cerca de 460 instituições de Ensino Superior aceitaram as notas do ENEM em seus processos seletivos.

Atualmente, novas discussões vieram à tona nas políticas públicas, as quais impactaram no ENEM. A partir de 2009, uma nova reformulação foi proposta, modificando as regras deste sistema de avaliação. O “novo ENEM”, como está sendo chamado, traz um total de 180 questões objetivas, abordando quatro áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (incluindo redação); Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e Matemática e suas Tecnologias. Cada área do conhecimento passa a ter 45 questões. O novo exame passa a ter dois dias de prova: o primeiro, com duração de 4 horas e 30 minutos e, o segundo, de 5 horas, incluindo a redação. Outra modificação é que questões mais complexas terão peso maior que as julgadas mais simples (GUIDUCCI, 2009, p.5).

Outro diferencial em 2009 é que a partir deste ano o ENEM passou a ter um processo de seleção unificado, utilizado por várias instituições. O candidato que concorre a uma vaga em uma instituição federal, após saber sua nota no exame, poderá fazer sua inscrição em até cinco cursos de até cinco universidades diferentes (GUIDUCCI, 2009).

3. A Astronomia na Educação Escolar

É fato que a Astronomia está presente no cotidiano do ser humano. O homem, como ser histórico, vincula sua existência a fatos, datas e a questões relacionadas ao céu, as quais, via de regra, provocam curiosidade e interesse. Para os alunos, não é diferente; a vontade de entender o desconhecido e seus mistérios é motivo de grandes discussões.

No âmbito escolar nacional, não abordando as especificidades de cada Estado, a proposta para trabalhar conteúdos de Astronomia perpassa toda a Educação Básica, compreendida pela Educação Infantil e Ensinos Fundamental e Médio. Ao analisar os programas oficiais que regem a Educação Básica no Brasil, pautados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2000), percebemos a presença de conteúdos de Astronomia nos diferentes níveis.

No que compete à Educação Infantil, o Referencial Curricular Nacional (BRASIL, 1998b), em seu volume 3, intitulado: “Conhecimento de Mundo”, traz, por exemplo, sugestões de estudo sobre os “Fenômenos da Natureza”. Tais temas sugerem assuntos relacionados com a Astronomia, como as estrelas e planetas. Perguntas como: “Por que as sombras dos objetos mudam de lugar ao longo do dia?”, “Por que o sol não cai do céu?”, “Para onde ele vai durante a noite?”, ou “Por que a lua às vezes aparece de dia?” (BRASIL, 1998b, p.192), são formas de abordar este conteúdo na Educação Infantil.

Os Parâmetros Curriculares de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental, em seu terceiro e quarto ciclos, ou seja, 5^a a 8^a série ou 6^o ao 9^o ano, apresenta como um de seus eixos, o tema: “Terra e Universo”. Nele, devem estar presentes discussões sobre os planetas, modelos geocêntricos e heliocêntricos, universo e sistema solar.

O Ensino Médio é a última etapa da Educação Básica, e nele encontramos indicações a respeito do ensino de Astronomia em suas Orientações Curriculares (BRASIL, 2006). Especificamente, elas estão presentes no ensino de Física, quando sugere trabalhos com o tema Universo, Terra e Vida, abordando conteúdos também

relativos à origem da vida. Neste mesmo documento é também citado que o “estudo da gravitação é uma excelente oportunidade para discutir temas da astronomia e seus aspectos físicos, históricos e filosóficos” (BRASIL, 2006, p.56).

Entendemos que a Astronomia é um tema que perpassa toda a Educação Básica, como apontam os documentos oficiais. Portanto, ela pode, e por que não, deve ser um conteúdo avaliado quando ao término desta etapa da escolarização.

4. A Pesquisa

Esta pesquisa parte de uma abordagem quantitativa e qualitativa, pois parte da “coleta e análise de dados tanto qualitativos, quanto quantitativos, em um mesmo estudo” (CRESWELL, 2007, p.213). Realizamos a análise das provas do ENEM no período de 1998 a 2008, contabilizando 11 exames e 693 questões. Optamos, também, por incluir neste estudo os temas das redações dos exames investigados.

O critério inicial que adotamos para incluirmos as questões em nosso estudo foi identificar nelas a presença de temas de Astronomia, mesmo que de formas diferentes. Logo, contabilizamos aquelas que possuíam esse assunto no texto de seu enunciado ou mesmo nas alternativas disponibilizadas, ainda que a resolução não implicasse no conhecimento de temáticas específicas da área. Da mesma forma, incluímos, inicialmente, as questões que, mesmo o conteúdo não estando revelado no texto ou nas alternativas, o candidato deveria possuir conhecimentos da área para respondê-las.

Selecionamos algumas questões que exemplificam o exposto, conforme figuras 1, 2 e 3 a seguir. Na primeira, há a presença explícita do tema “fases da Lua” e a necessidade de o estudante compreender o mecanismo que as gera. Na segunda questão, ainda que se reporte a um assunto relativo a Terra, o aluno não necessitava de conhecimentos específicos de Astronomia para resolvê-lo. Na terceira questão, mesmo tratando do tema “fuso horário”, o aluno deverá lançar mão de conhecimentos da área para resolvê-la, como o sentido de rotação da Terra e a identificação dos lados Leste e Oeste, por exemplo.

Após quantificadas as questões que estiveram presentes nas provas e que contemplavam o critério proposto, apresentamos um outro questionamento: Quais os temas de Astronomia mais recorrentes nestas questões? A partir desta indagação, uma nova análise e classificação passou a ser feita. As questões foram relidas e, nesse processo, dada a variedade de temas encontrados, criamos categorias para agrupá-los, designadas por nós de “Temas”. Cada um abarca questões que tratam de conteúdos afins.

As questões que não necessitavam de conhecimentos específicos de Astronomia para serem respondidas, como exemplificado na figura 2, foram por nós, neste segundo momento de análise, desconsideradas neste quantitativo, devido ao fato de entendermos não ser possível classificá-las de acordo com temas da área de estudo.

Questão 28

No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários. Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura acima poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de



- A meia-noite.
- B três horas da madrugada.
- C nove horas da manhã.
- D meio-dia.
- E seis horas da tarde.

Figura 1. Questão sobre tema de Astronomia, segundo critérios adotados.

Fonte: http://www.inep.gov.br/download/enem/2006/provas/ENEM_PROVA_AMARELA.pdf, obtida em agosto de 2010.

Questão 31

A Terra é cercada pelo vácuo espacial e, assim, ela só perde energia ao irradiá-la para o espaço. O aquecimento global que se verifica hoje decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo, algo em torno de 1 W/m^2 . Isso significa que a Terra acumula, anualmente, cerca de $1,6 \times 10^{22} \text{ J}$.

Considere que a energia necessária para transformar 1 kg de gelo a 0°C em água líquida seja igual a $3,2 \times 10^5 \text{ J}$. Se toda a energia acumulada anualmente fosse usada para derreter o gelo nos pólos (a 0°C), a quantidade de gelo derretida anualmente, em trilhões de toneladas, estaria entre

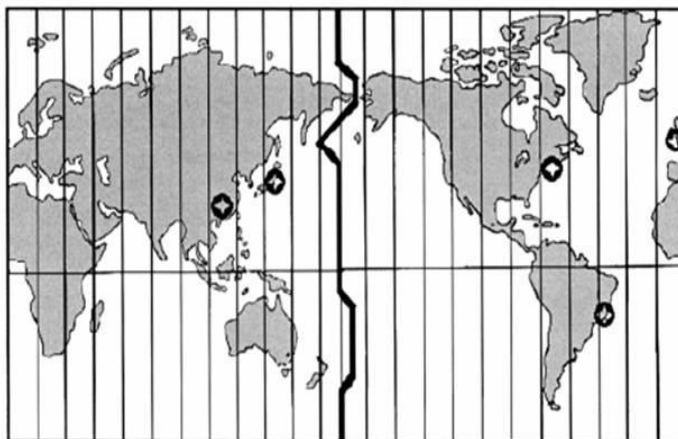
- A 20 e 40.
- B 40 e 60.
- C 60 e 80.
- D 80 e 100.
- E 100 e 120.

Figura 2: Questão sobre tema de Astronomia, segundo critérios adotados.

Fonte: http://www.inep.gov.br/download/enem/2002/enem_2002_amarela.pdf, obtida em agosto de 2010

2

O mercado financeiro mundial funciona 24 horas por dia. As bolsas de valores estão articuladas, mesmo abrindo e fechando em diferentes horários, como ocorre com as bolsas de Nova Iorque, Londres, Pequim e São Paulo. Todas as pessoas que, por exemplo, estão envolvidas com exportações e importações de mercadorias precisam conhecer os fusos horários para fazer o melhor uso dessas informações.



Considerando que as bolsas de valores começam a funcionar às 09:00 horas da manhã e que um investidor mora em Porto Alegre, pode-se afirmar que os horários em que ele deve consultar as bolsas e a seqüência em que as informações são obtidas estão corretos na alternativa:

- (A) Pequim (20:00 horas), Nova Iorque (07:00 horas) e Londres (12:00 horas).
- (B) Nova Iorque (07:00 horas), Londres (12:00 horas) e Pequim (20:00 horas).
- (C) Pequim (20:00 horas), Londres (12:00 horas) e Nova Iorque (07:00 horas).
- (D) Nova Iorque (07:00 horas), Londres (12:00 horas), Pequim (20:00 horas).
- (E) Nova Iorque (07:00 horas), Pequim (20:00 horas), Londres (12:00 horas).

Figura 3: Questão sobre tema de Astronomia, segundo critérios adotados.

Fonte: http://www.inep.gov.br/download/enem/2006/provas/ENEM_PROVA_AMARELA.pdf

Com base nesta categorização, agrupamos as questões da seguinte maneira: Tema I- *Escalas e medidas de tempo*, que englobam questões que envolvem assuntos, como: tipos de calendários, escala de tempo, conceito de ano-luz e demais correlatos. Tema II- *Relações Sol, Lua, Terra e suas conseqüências*, com a presença de testes que abordam as fases da Lua, estações do ano, duração dia/noite, solstício e equinócio, projeção de sombras, eclipses e leis de Kepler. Os conteúdos que, especificamente, envolvem conhecimentos relacionados à *localização sobre a Terra*, agrupamos sob o Tema III, englobando nele questões acerca dos pontos cardeais. O tema IV- *Estrelas, cometas, e astros externos ao sistema solar* traz questões que tratam diretamente de aspectos relacionados a esses astros. O Tema V- *Temas da atualidade* envolve os testes que mencionam a existência de vida em outros locais, que não a Terra.

A partir deste critério de classificação, apresentamos, num primeiro momento, uma análise quantitativa a respeito da presença de questões de Astronomia no período de 1998-2008. Posteriormente, realizamos a análise qualitativa, que revela, dentre as questões selecionadas, como se distribuem em relação aos temas apresentados.

5. Dados Obtidos e Análise

Primeiramente, verificamos que dentre as 693 questões apresentadas nas provas de 1998 a 2008, 32 revelaram alguma relação com Astronomia. Isso equivale a 4,6% do total de questões analisadas no período, conforme revela a Figura 4.

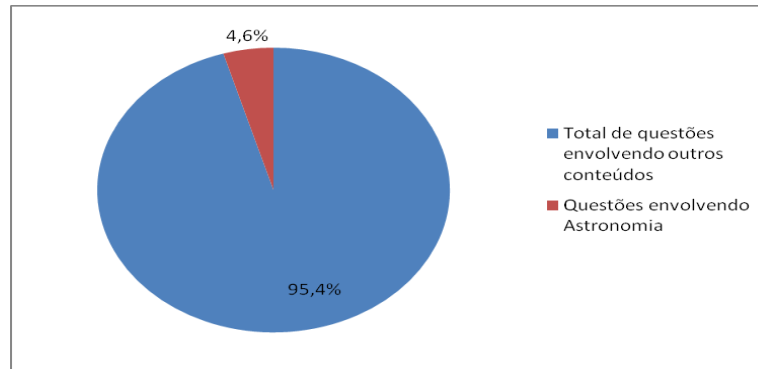


Figura 4: Relação entre percentual de questões relacionadas com Astronomia e o total de questões no ENEM (1998-2008).

Quando organizadas em um gráfico, sua distribuição não se dá de maneira uniforme durante o período em estudo. Não identificamos, a priori, nenhum tipo de critério pré-estabelecido, revelando ser sua distribuição aleatória. Isso fica evidenciado quando em 1998 não identificamos nenhuma questão referente à Astronomia, ao passo que nos anos 1999, 2002 e 2004 houve um maior quantitativo de questões relacionadas ao tema, como mostra a Figura 5, a seguir:

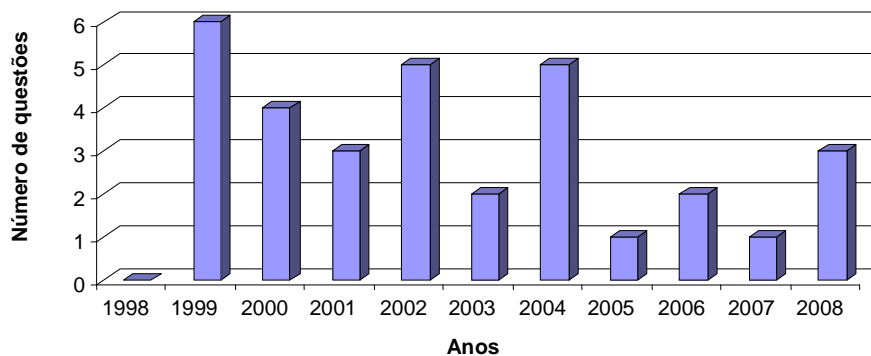


Figura 5. Número de questões de Astronomia presentes em cada ano de prova do ENEM (1998-2008).

Num segundo momento de análise das questões, apontamos a sua distribuição em função dos temas, anteriormente apresentados. Para tal, não consideramos neste quantitativo as questões que não utilizavam de conhecimentos específicos de Astronomia para respondê-las, totalizando 9 questões. Portanto, das 32 questões

apresentadas anteriormente, apenas 23 serão distribuídas em relação aos temas que envolvem conhecimentos de Astronomia, que serão demonstradas na Figura 6.

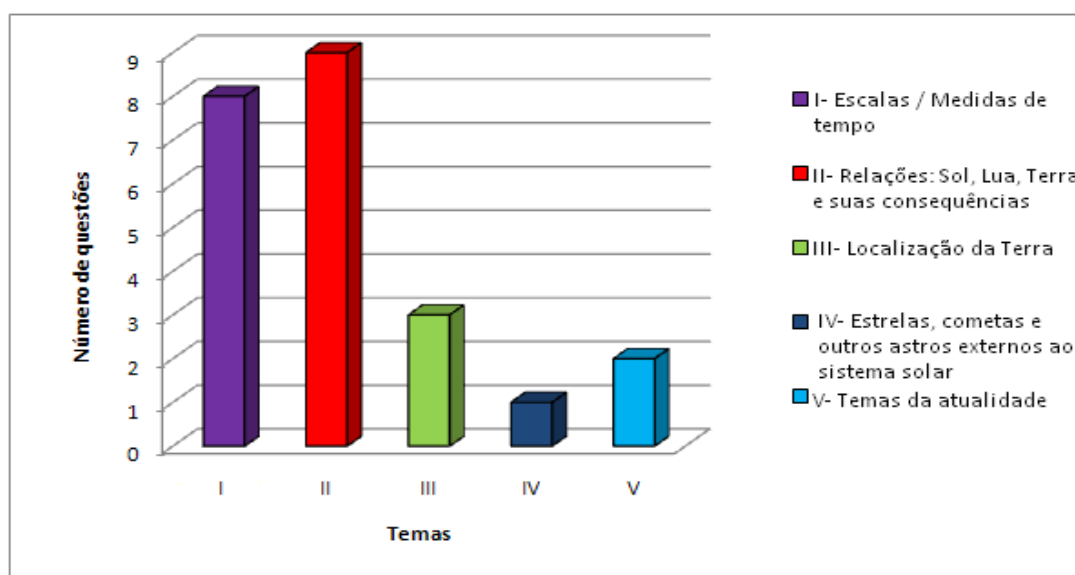


Figura 6. Incidência de temas relacionados à Astronomia abordados nas provas do ENEM que utilizavam de conhecimentos deste referido conteúdo para sua resolução.

Observamos no gráfico que os conteúdos que estão mais presentes nos exames são os do Tema II, seguidos pelos do Tema I. Com uma menor incidência de questões, temos questões dos temas III, IV, V. Dentre eles, o número III remete à temática da localização sobre a Terra, algo explorado desde os primeiros anos da escolarização, sob a forma dos pontos cardeais. Entre os números IV e V, verificamos maior ênfase em temas da atualidade, principalmente nas condições de existência de vida extraterrestre, algo evidenciado por um recente campo do saber, que é a Exobiologia.

6. Considerações Finais

Este trabalho permitiu apresentar uma visão geral de como e em que quantidade o ENEM abordou conteúdos de Astronomia em sua primeira década de existência. Neste período, os dados nos permitem analisar que tais conteúdos permearam algumas questões presentes nas provas, representando 4,6% do total. Consideramos que o referido exame contempla, em partes, o proposto pelos documentos oficiais. Isso porque não foram em todos os anos por nós analisados que houve a presença de conteúdos de Astronomia nas provas do ENEM. Vale destacar, nesta mesma direção, a variação e a falta de critérios na inserção de questões no decorrer dos anos, tendo em vista que em determinados exames não há nenhuma questão, enquanto em outros, há cinco.

Em relação aos conteúdos abordados, os documentos oficiais (PCN+, [2000?], p.19) enfatizam que é esperado que o aluno, ao final da Educação básica, adquira uma “compreensão das hipóteses, modelos e formas sobre a origem do Universo”. No documento de Ciências Naturais, para o Ensino Fundamental, é também indicado que “concepções do Universo, com especial enfoque no sistema Terra-Sol-Lua” e que

“trabalho com escalas de distância e grandezas, deve ter espaço nas aulas” (PCN,1998, p.62,64). Nossos resultados mostram que estes conteúdos, de fato, estão presentes nas provas do ENEM, inclusive, com maior frequência quando comparado com outros assuntos de Astronomia.

No aspecto quantitativo, afirmamos que 4,6% das questões de uma década de exame abordarem o tema, é sempre alentador acreditar que é um começo. Espera-se que se consolide como prática freqüente, permanente e diversificadamente explorada.

Num momento em que o ENEM é foco de diferentes olhares e discussões, o que se espera é que futuras análises venham a ser realizadas a cerca deste instrumento de avaliação, com votos de que 4,6% do total de questões represente o início da inserção de temas de Astronomia em suas provas, para as quais esperamos incrementos e relativa constância. São esses olhares que nos permitem correções de rota.

7. Referências

A BIBLIA do ENEM: resolução comentada das provas do Exame Nacional do Ensino Médio 1998 - 2008. 2. ed. Belo Horizonte: Log, 2009. 372p.

AMARAL, P. **O ensino de astronomia nas séries finais do ensino fundamental:** uma proposta de material didático de apoio ao professor. 2008.102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Nacional de Brasília, Brasília, 2008.

BRASIL. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e a Reforma Curricular do Ensino Médio. In: **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**, 2000, Brasília, DF. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 15/11/2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998a,138p. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>.> Acesso em: 05/06/2010.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial curricular, nacional para a educação infantil**. Brasília: MEC/SEF, v.3, 1998b. 268p. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/volume3.pdf>.> Acesso em: 01/07/2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio:** ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. MEC/SEB, v.2, Brasília, 2006, 135p.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**, 1999. 187p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de pós graduação em Geociências, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.

CAVALCANTE, L.P.F.; OLIVEIRA, R.C.; REALI, A.M.M.R.; TANCREDI, R.M.S.P. ENEM 2005- Pressupostos teóricos, desenho metodológico e análise de resultados. **Revista de Ciências Humanas**, vol.6, nº 2, p. 309-319, jul/dez, 2006. Disponível em: < <http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/vol6/artigo10vol6-2.pdf>. Acesso em: 08/12/2010.

CRESWELL, J.W.; **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos**; Tradução de: Luciana de Oliveira da Rocha; 2 ed.; Porto Alegre; Artmed; 2007; 248 p.

ENEM, **Documento Básico**, 2002. Disponível em: http://www.inep.gov.br/download/catalogo_dinamico/enem/2002/documento_basico_em_2002.pdf. Acesso em: 04/07/2010.

FRANCO, C.; BONAMIGO, A. O ENEM no contexto das políticas públicas para o ensino médio. **Química Nova na Escola**, nº 10, p.26-30, Nov.1999. Disponível em:< <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/espaco.pdf>. Acesso em: 09/12/2010.

GUIDUCCI, W. O novo ENEM: saiba o que muda na prova, **Tudo sobre o ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio**, Aner, v.4, n.13, p.4-13, 2009.

HILÁRIO, R.A. O ENEM como indutor de políticas públicas para melhoria da qualidade do Ensino Médio. **Caderno de Pós-Graduação – Educação**, São Paulo, v.7, p.95-107, 2008. Disponível em:< <http://www4.uninove.br/ojs/index.php/cadernosdepos/article/.../1491> > Acesso em: 21/05/2010.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Prova 1- Amarela**. Disponível em: < http://www.inep.gov.br/download/enem/2002/enem_2002_amarela.pdf > Acesso em : 03/04/2010.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica**, Brasília: O Instituto, 2005. 121p.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Prova 1- Amarela**. Disponível em: < http://www.inep.gov.br/download/enem/2006/provas/ENEM_PROVA_AMARELA.pdf > Acesso em: 03/04/2010.

LEITE, C.; HOUSOME, Y. Os Professores de Ciências e Suas Formas de Pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n.4; p.47-68, 2007. Disponível em< <http://www.astro.iag.usp.Br/~foton/relea/index.html> >. Acesso em 02 Jul 2009.

LONGHINI, M.D.; MORA, I. M. Uma investigação sobre o conhecimento de Astronomia de professores em serviço e em formação. In: LONGHINI, M.D. (Org.) **Educação em Astronomia – experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas/SP: Átomo, 2010. p. 87-116.

PCN. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 2000, Disponível em:<[http:// portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf). > Acesso em: 15/11/2009.

PCN+. **Ensino Médio:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais- Física, [2000?] Disponível em <
[http://www.sbfisica.org.br\(arquivos\)PCN_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br(arquivos)PCN_FIS.pdf) > Acesso em 12/06/2010.

ZANCHET, B.M.B.A. **O Exame Nacional do Ensino Médio [ENEM]:** o que revelam professores do ensino médio acerca dessa avaliação. *Contrapontos-* v.7, n1, p.55-69, Itajaí, jan/abr.2007. Disponível em:
<<https://www6.univali.br/seer/index.php/rc/article/viewFile/891/744>> Acesso em: 21/05/2010

UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA

Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira¹
Célia Maria Soares Gomes de Sousa²
Marco Antonio Moreira³

Resumo. Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados de uma avaliação diagnóstica, utilizada como instrumento para a coleta de dados sobre o conhecimento prévio de conceitos científicos, necessários à compreensão do tema Terra e Universo, de um grupo composto por 47 estudantes, da 6ª série do Ensino Fundamental. A ação pedagógica de diagnosticar os conhecimentos prévios, do estudante, antes de ensiná-los, tem fundamento na teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel. Essa avaliação diagnóstica foi composta por 25 questões, cujas respostas foram analisadas e categorizadas visando sua interpretação, o que permitiu compreender os significados atribuídos pelo estudante a esses conceitos. Conclui-se, a partir da avaliação diagnóstica, que a maioria dos estudantes pesquisados apresentou dificuldades em expor conceitos científicos sobre o tema Terra e Universo ao iniciar a 6ª série. Entretanto, foram identificadas ideias e representações relevantes que contribuíram para a (re)significação dos conceitos científicos propostos para o ensino do tema nessa série. Os resultados da avaliação diagnóstica serviram como referência para a organização do plano de ensino, viabilizando o processo de aprendizagem, por adequar a sequência didática às características dos estudantes e ao contexto da sala de aula. É esperado que o instrumento apresentado nesse artigo possa ser utilizado também por outros pesquisadores em investigações relacionadas ao tema.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; avaliação diagnóstica; conhecimento prévio; Terra e Universo.

UNA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA

Resumen. Este artículo tiene como objetivo presentar los resultados de una evaluación diagnóstica, utilizada como una herramienta para recoger datos sobre el conocimiento previo de los conceptos científicos necesarios para comprender el tema ‘Tierra y Universo’, de un grupo compuesto por 47 alumnos de 6º grado de la escuela primaria. La acción pedagógica del diagnóstico de los conocimientos previos del estudiante antes de enseñarles está justificada por la teoría del Aprendizaje Significativo, propuesta por David Ausubel. La evaluación de diagnóstico consistió en 25 preguntas, las respuestas fueron analizadas y clasificadas objetivando-se su interpretación, lo que nos permite comprender los significados asignados por el estudiante a estos conceptos. Se desprende de la evaluación diagnóstica que la mayoría de los encuestados ha tenido dificultades para exponer los conceptos científicos sobre el Universo y la Tierra, para iniciar el 6º grado. Sin embargo, se identificaron ideas relevantes y las representaciones que contribuyeron a la re-significación de los conceptos científicos propuestos para la enseñanza del tema en esta serie. Los resultados de la evaluación diagnóstica han servido como referencia para la organización del Programa, facilitando el proceso de aprendizaje, haciendo coincidir la secuencia didáctica a las características de los estudiantes y el contexto del aula. Se espera que el instrumento presentado en este documento también pueda ser utilizado por otros investigadores en investigaciones relacionadas con el tema.

Palabras clave: aprendizaje significativo, la evaluación de diagnóstico, el conocimiento previo, la Tierra y el Universo

¹Centro Universitário Metropolitano de São Paulo – UNIMESP. e-mail: felipa.silveira@gmail.com

²Instituto de Física da UnB. e-mail: celiasousa@unb.br

³Instituto de Física da UFRGS. e-mail: moreira@if.ufrgs.br

A DIAGNOSTIC ASSESSMENT FOR THE TEACHING OF ASTRONOMY

Abstract. This article aims to present the results of a diagnostic evaluation, used as a tool for collecting data on prior knowledge of scientific concepts needed to understand the topic ‘Earth and Universe’, from a group comprised of 47 students of 6th grade. The educational method of diagnosing the student's prior knowledge before teaching them is founded on the Meaningful Learning theory, proposed by David Ausubel. The diagnostic evaluation consisted of 25 questions; the answers were analyzed and categorized, making possible their interpretation, which allows us to understand the meanings assigned by the student to these concepts. It follows from the diagnostic evaluation, that the majority of students surveyed had difficulties in exposing scientific concepts on the topic ‘Earth and Universe’ when starting the 6th grade. However, we identified relevant ideas and representations that contributed to the re-signification of scientific concepts proposed for the teaching of the subject in this grade. The results of diagnostic evaluation served as reference to the organization of the syllabus, making possible the learning process by matching the sequence of teaching to the students’ characteristics and context of the classroom. It is expected that other researchers in this topic can also use the instrument presented in this paper.

Keywords: Meaningful learning; diagnostic evaluation, prior knowledge; Earth and Universe

1. Introdução

Significar os conceitos Terra e Universo com estudantes do Ensino Fundamental, em um curso de Ciências Naturais, é uma recomendação dos Parâmetros Curriculares, tanto em nível nacional (BRASIL, 1997) quanto estadual (SÃO PAULO, 2008). Esses documentos determinam também que no Ensino Fundamental, especialmente nas 5ª e 6ª séries, esses conceitos devam ser enfatizados de acordo com a realidade mais imediata do estudante, proveniente de suas vivências e percepções pessoais e, ainda, oferecer elementos para o exercício do letramento e iniciar a alfabetização científico - tecnológica (SÃO PAULO, 2008, p. 36).

Apesar de as orientações da proposta subsidiarem o ensino em sala de aula, pesquisas têm demonstrado que o professor ainda enfrenta muitas dificuldades em criar condições para o estudante avançar no conhecimento sobre o tema Terra e Universo de forma significativa, o que resulta em uma fragilidade conceitual nas séries subsequentes. Essa fragilidade conceitual sobre temas da Astronomia nas séries iniciais foi demonstrada em pesquisas de Baxter (1989); Leite, Bisch, Hosoume e Silva (1997); Franco (1998); Bisch (1998); Trumper (2001); Kriner (2004). Tais pesquisas ressaltam a necessidade de o professor organizar o ensino sobre temas da Astronomia, priorizando sempre o avanço dos conceitos científicos para que o estudante venha a dar conta de continuar o seu processo de aprendizagem desse conteúdo, resultando no que Ausubel denomina de “Aprendizagem Significativa”.

De acordo com Ausubel (2002) e Moreira (2006), a aprendizagem significativa somente será possível a partir do momento em que o professor, como um investigador, passe a compreender não apenas as fragilidades, mas também as potencialidades de seus estudantes em atribuir significados aos conceitos científicos que se deseja ensinar, embasados naqueles presentes na sua estrutura cognitiva. Esses conceitos, quando significados pelo estudante, podem tornar-se possíveis subsunções que interagirão com os novos conceitos da matéria de ensino.

Em razão disso, Ausubel (2002) recomenda ao professor coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos seus estudantes para que possa, de alguma maneira, analisá-los e ensiná-los de acordo. Moreira (2006) reitera a proposta de Ausubel (2002)

ao afirmar que esse conhecimento prévio *parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente* (p.19) e observa, ainda, que esse conhecimento não é necessariamente apenas um conceito, pode ser uma ideia, uma proposição ou uma representação a ser reconhecida pelo professor em sala de aula e (re)significada pelo estudante. (Re)significar representa dar novo sentido, nova interpretação e nova compreensão aos conhecimentos prévios, permitindo, assim, que o estudante evolua conceitualmente.

Por exemplo, o conceito de Sol é amplamente significado por qualquer estudante das séries iniciais. Quando lhe perguntamos *qual é o tamanho do Sol*, todo estudante é capaz de dizer que é gigante (*aprendizagem representacional*), mas poucos têm ideia de que o Sol é uma estrela bem próxima de nós, por isso nos parece tão grande (gigante) e muito menos conseguem explicar cientificamente o que aconteceria aqui na Terra se o Sol deixasse de existir. O que podem fazer é apresentar uma ideia trivial sobre isso, caso lhes fosse perguntado.

Quando em nível de escolarização mais avançada, o conceito de Sol pode ser modificado pelo estudante, por meio do processo de assimilação (*aprendizagem conceitual*). Esse processo, de acordo com Ausubel (2002, p. 26), *acontece mediante o uso, em novas combinações, de referentes já existentes e disponíveis na estrutura cognitiva do estudante*.

Torna-se fundamental, nesse sentido, o entendimento do professor acerca desse processo, que envolve, também, a construção desejada de uma proposição. Em virtude disso, o estudante passa a ampliar significados, sendo capaz de argumentar que o Sol é uma estrela e, como toda estrela, emite luz, iluminando a Terra; sem essa luz, os animais, que necessitam dela para sobreviver, como nós, seres humanos, provavelmente morreriam (*aprendizagem proposicional*). Notadamente, uma resposta desse nível envolve o significado atribuído a vários outros conceitos e pode ir além deles (MOREIRA, 2008, p. 28).

Com base no referencial ausubeliano, a investigação aqui apresentada procurou compreender, por meio da avaliação diagnóstica, os conhecimentos prévios do estudante sobre o tema Terra e Universo, elegendo alguns conteúdos relevantes para resgatar os significados dos estudantes durante essa avaliação, como os elementos astronômicos visíveis no céu e elementos do Sistema Solar. Esses conteúdos são considerados estimuladores de questionamentos, de observações sistemáticas e permanentes por estudiosos do ensino de Astronomia como Canalle (1994); Lattari e Trevisan (1999); Othero e Morita (2000); Leite e Hosoume (2007 e 2008).

A avaliação diagnóstica (AD) exerce, nessa pesquisa, o papel fundamental de identificar os conhecimentos prévios que os estudantes apresentam sobre Terra e Universo ao chegar à 6ª série, ou seja, prováveis subsunçores, que venham a interagir com os novos conceitos da matéria de ensino proposta para que se possa ensiná-los de acordo (AUSUBEL, 2002). Dessa forma, diagnosticar antecede o ensinar (MENESES VILLAGRÁ, 2001), isto é, analisar a situação de cada estudante antes de iniciar o processo ensino-aprendizagem, para que os pontos de partida sejam conhecidos. Assim, o professor pode organizar estratégias didáticas que permitam ao estudante ir além dos pontos detectados (JORBA E SANMARTÍ, 1994; MENESES VILLAGRÁ, 2001; WEISZ, 2009).

Nesse contexto, a ação mediadora envolveu também a organização das questões aplicadas que, ao serem assumidas como instrumento de investigação, resultou em valiosos registros do movimento dinâmico entre o pensamento e a escrita do estudante.

O ato de registrar permitiu-lhes pensar sobre coisas do cotidiano que, na maioria das vezes, nunca tinham sido percebidas conscientemente por eles. Referindo-se à coleta de informação por meio da avaliação diagnóstica, Meneses Villagrà (2001) explica que é importante o professor utilizar uma avaliação mais sistemática e individual, garantindo o seu acesso a dados reais em tempo real. Assim, podem ser analisados vários aspectos dos conhecimentos prévios explicitados por cada estudante em consequência da avaliação. Espera-se que o instrumento apresentado nesse artigo possa ser utilizado também por outros pesquisadores em investigações relacionadas ao tema.

2. Metodologia

A avaliação diagnóstica foi planejada para que, através dela, fosse garantida a coleta dos dados, ou seja, caracterizando-se como instrumento de pesquisa. Devido ao número (25) e tipo de questões (objetivas, dissertativas e ilustrativas), foram utilizadas quatro aulas (4) para a obtenção dos dados. As questões foram organizadas com a finalidade de evidenciar os conhecimentos prévios que pudessem, de alguma maneira, ancorar conceitos científicos relativos ao tema Terra e Universo, representado pelos elementos astronômicos visíveis no céu: Sol, Lua, estrelas, planetas; principais estrelas; as constelações; movimento dos elementos visíveis no céu em relação a Terra, na visão geocêntrica; Sistema Solar: o Sol e os planetas no espaço; características físicas dos planetas em comparação com a Terra: tamanhos, distâncias, rotação e translação; estimativas das dimensões do Sistema Solar e representação em escala do Sistema Solar.

Devido à natureza da investigação e de seu delineamento, buscou-se atender as recomendações quanto à fidedignidade e validade do instrumento. Primeiramente, apresentando-o, para validação de seu conteúdo, à especialista da área de Astronomia¹. Após sua validação, o instrumento foi aplicado em uma das turmas, a 6ª série B, composta por 26 estudantes; todas as questões foram corrigidas utilizando-se uma escala de notas que variava de 0,0 a 0,5. As notas foram atribuídas com base nos erros e acertos sobre o conteúdo das questões que estivessem de acordo com o estabelecido pela comunidade científica da área.

Com o objetivo de verificar a fidedignidade do instrumento, calculou-se o coeficiente alfa de Cronbach² (CRONBACH, 1951 apud MOREIRA e VEIT, 2007) após construir uma tabela para cada construto considerado. É importante salientar que um coeficiente alfa de Cronbach varia de 0 a 1, sendo que quanto maior for o valor, maior a consistência interna do instrumento. A literatura sobre o tema indica que, quando são avaliados grupos, são aceitáveis valores de alfa igual ou maior que a 0,7. O coeficiente alfa calculado, a partir das respostas da turma B, foi de **0,748**. Portanto, esses resultados permitiram aplicar o mesmo instrumento (avaliação) também na turma da 6ª série A, composta por 21 estudantes, sendo as respostas corrigidas com base no mesmo parâmetro de correção aplicado para a turma da 6ª série B.

¹ Dr. Anderson Caproni, professor e pesquisador do Núcleo de Astrofísica Teórica (NAT), pertencente ao Centro de Pós-graduação e Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo - Brasil.

² Equação matemática: $\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$, sendo que K é o número de perguntas ou itens, S_i^2 é a soma de variância da cada ítem e S_t^2 é a variância do escore total.

Posteriormente, o conteúdo das respostas das duas turmas (A e B) foi categorizado (BARDIN, 2004) e questões, que exigiam mais de uma resposta, foram desmembradas (Tabela 1), visando facilitar a análise dos conhecimentos prévios sobre o conceito de Terra e Universo, por parte de cada estudante avaliado. Na interpretação dos dados, foi necessário efetuar um recorte do conteúdo das respostas em elementos e ordená-los dentro das categorias, cuja finalidade consistiu, basicamente, em agrupar tais elementos em função de sua significação (LAVILLE & DIONNE, 1999; BARDIN, 2004). Os elementos selecionados constituíram em unidades de análise ou classificação, visto que se comportaram em algumas categorias mais de uma palavra ou de um conceito. As categorias, assim formadas, representam o significado que o grupo de estudantes atribuiu aos conceitos.

3. Resultado do diagnóstico a partir da análise das categorias

Na primeira pergunta, (O que existe no céu?), pretendeu-se, com as respostas do estudante, verificar se nos diversos elementos registrados encontravam os conceitos de Sol, Lua, estrelas, planetas, constelações, galáxia, cometas, asteroides etc. Elementos astronômicos estudados por eles, nas séries anteriores, conceitos importantes como ponto de partida para estudo subsequente. A análise do registro evidenciou que 42% da 6ª série A e 51% da 6ª B mencionaram os principais elementos astronômicos que existem no céu, mas a maioria citou outros elementos que nos permite inferir a não-diferenciação entre os elementos astronômicos e os demais (tabela 2).

Com a segunda pergunta, (O que você já viu no céu?), buscou-se identificar quais elementos o estudante afirma ter visto numa simples observação do céu e se consegue diferenciar o que faz parte do céu como elemento astronômico de outros elementos que, possivelmente, fazem-se presentes no céu no momento de sua observação. Apenas 35% da A e 39% da B registraram elementos atmosféricos e notase, tanto na turma A como na B, ausência de citação de elementos culturais/religiosos como vistos no céu. Pode-se perceber o não reconhecimento da natureza dos fenômenos registrados e devido à prevalência de elementos astronômicos nas respostas; percebe-se, também, a não-diferenciação entre o que existe e o que já foi visto no céu (tabela 3).

Na terceira pergunta, (Dentre as coisas que você já viu no céu, qual gostaria de ver com mais detalhe?), a palavra “ver” pode ser interpretada no sentido de “enxergar” com mais detalhe ou adquirir mais conhecimento sobre o objeto. A pergunta pretendeu estimular a curiosidade do estudante quanto à observação do céu, independente da não distinção entre o que pode ou não fazer parte do céu. Com isso, evidenciaram-se, também, conceitos astronômicos a serem re-significados. Conforme registrado, 69% da A e 69% da B afirmaram que gostaria de ver com mais detalhe alguns elementos astronômicos. Tais afirmações ofereceram conceitos favorecedores a novas aprendizagens (tabela 4).

Tabela 1. *Categorias formuladas a partir das respostas às questões.*

Questões	Referências	Indicador de Aprendizado	Categorias
1 - O que existe no céu? 2 - O que você já viu no céu? 3 - Dentre as coisas que você já viu no céu, qual gostaria de ver com mais detalhes? 4 - Desenhe o céu durante o dia. 5 - Desenhe o céu durante a noite.	Observação do céu	Identificar elementos astronômicos e os diferenciar dos demais.	- Elementos astronômicos; - Elementos atmosféricos; - Elementos culturais/religiosos; - Elementos tecnológicos; - Elementos biológicos.
7 - Por quê? (justificativa da resposta da questão 6) 8 - Onde está o Sol à noite? 10 - Para onde vão a Lua e estrelas durante o dia? 15 - Caso a Lua se movimenta, como é esse movimento?	Localização e movimentação do Sol e da Lua.	Identificar o movimento aparente e fazer uso da terminologia científica.	- Utilizou conceitos científicos e fez uso da terminologia de acordo com a matéria de ensino. - Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia de acordo com a matéria de ensino.
11 - De que lado o Sol surge? De que lado ele se põe? 12 - De que lado surge a Lua? De que lado ela se põe?	Nascente e poente do Sol e Lua.	Fazer uso de pontos cardeais para localização.	- Não respondeu de acordo com os conceitos científicos.
13 - Onde está o Sol em relação à sala de aula? Às 9 horas? Ao meio-dia? Às 15 horas?	Posição do Sol em relação a um ponto de referência.	Fazer uso de ponto referência para descrever a posição do Sol e utilizar os pontos cardeais.	
14 - A Lua se movimenta no Céu?	Movimento da Lua.	Observar e identificar a regularidade do movimento da Lua.	
21 - Em sua opinião, como é gerada a luz do Sol?	Formação da luz solar.	Compreender como ocorre e aplicar conceitos científicos para explicar o fenômeno.	
17 - O que são constelações?	Definição de constelação	Compreender o significado do termo constelação.	
18 - Você conhece alguma constelação e sabe identificá-la no céu?	Exemplos de constelações.	Identificar e dar exemplos de constelações.	
6 - O Sol está presente no céu somente durante o dia?	Presença do Sol durante o dia.	Observar regularidades do movimento do Sol.	- Sim = Respostas que atendem o indicador de aprendizado.
9- A Lua e as estrelas estão presentes no céu durante a noite?	Presença da Lua e das estrelas no céu.	Identificar a presença da Lua e das estrelas no céu durante o dia e a noite.	- Não = Respostas que não atendem o indicador de aprendizado.
16 - Desenhe, nos quadros abaixo, as fases da Lua: Minguante; Cheia; Nova; Crescente.	Fases da Lua	Identificar as fases da Lua.	
19 - Desenhe o Sistema Solar. 20 - Denomine todos os elementos do Sistema desenhado por você.	Sistema Solar.	Representar e denominar os elementos do Sistema Solar.	
22 - Qual dos objetos que você desenhou (nas questões 4 e 5) está mais longe da superfície da Terra?	Distância entre a Terra e os astros.	Identificar distância astronômica	
23 - Identifique o planeta mais próximo e mais distante do Sol.	Planeta mais próximo e mais distante do Sol.	Ter visão espacial e identificar e comparar.	
24 - Em relação ao planeta mais próximo, qual a distância entre ele e o Sol. 25 - Em relação ao planeta mais distante, qual a distância entre ele e o Sol.	Distância dos planetas em relação ao Sol.	Estimar com resultado aproximado a distância entre dos astros.	

Tabela 2. *Categorização das respostas da questão 1 quanto ao que existe no céu*

Categorias/ Elementos	6ª série A (n=21)		6ª série B (n=26)	
	Respostas	%	Respostas	%
Astronômicos	Lua, Sol, estrelas, planetas, astros, constelação, galáxia, eclipse.	42	Planeta, estrela, Sistema Solar, Lua, Sol, meteoritos, eclipse, meteoros, cometas, intergaláctica.	51
Atmosféricos	Arco-íris, atmosfera, oxigênio, nuvens, camada de ozônio, evaporação, chuva, ar, água, trovão.	38	Nuvens, arco-íris, chuva, vento, água.	47
Culturais/Religiosos	Anjos, Deus, pessoas que já morreram.	8	Deus.	2
Biológicos	Pássaros, gavião.	6	---	---
Tecnológicos	Pipas, foguete.	6	---	---

Tabela 3. *Categorização das respostas da questão 2 quanto ao que já viu no Céu.*

Categorias/ Elementos	6ª série A (n=21)		6ª série B (n=26)	
	Respostas	%	Respostas	%
Astronômicos	Lua, estrela, Sol, eclipse, constelação, Vênus.	39	Lua, estrela, Sol, eclipse, estrela cadente, planetas, eclipse solar e lunar.	52
Atmosféricos	Nuvens, chuva, raios, trovão, arco-íris.	35	Ar, nuvens, chuva, arco-íris.	39
Culturais/Religiosos	---	---	---	---
Biológicos	Pássaros, gavião.	10	Urubu	2
Tecnológicos	Avião, balão, pipas, balão dirigível, discos voadores.	16	Avião, pipas, jato.	7

Tabela 4. *Categorização das respostas da questão 3 quanto as coisas que já foram vistas no céu e qual gostaria de observar com mais detalhe.*

Categorias/ Elementos	6ª série A (n=21)		6ª série B (n=26)	
	Respostas	%	Respostas	%
Astronômicos	Meteoros, planetas, marte, Lua, estrelas, planetas girando, cometas, Sol, astros.	69	Lua, estrela, Sol, estrela cadente, constelação, planetas, cometas, buraco negro, meteoros, eclipse lunar e solar.	69
Atmosféricos	Nuvens, formação das nuvens.	8	Nuvens, arco-íris, nuvens azuis, céu branco.	28
Culturais/Religiosos	Deus, santos, pessoas boas que já estiveram na Terra.	8	---	---
Biológicos	---	---	---	---
Tecnológicos	Discos voadores, avião.	11	---	---
Outros	Não gostaria de ver nada.	4	---	3

As questões 4 e 5 estimularam a representação por meio de desenhos do “Céu durante o dia” (4) e do “Céu durante a noite” (5), que foram analisadas a partir das categorias. A representação converge com os modelos apresentados por eles nas séries iniciais, onde se pôde observar o dia apenas com a figura do Sol no céu em 44% da A e 58% da B; 42% da A e 40% da B incluíram, junto com o Sol, nuvens e arco-íris, e 10% da A incluíram elementos tecnológicos como avião, balão ou pipas. Enquanto que a representação do céu noturno contou com a presença da Lua e das estrelas em 78% da A e 83% da B (um número significativo incluiu, além da Lua, estrelas e nuvens) (tabela 5 e 6).

De acordo com Moreira (2005), os modelos representados pelo estudante não são totalmente explicitados numa única tarefa, porque podem ser deficientes no momento em que estão sendo elaborados, faltando ou incluindo elementos desnecessários, errados ou que não correspondem ao contexto. Portanto, outras tarefas semelhantes devem ser proporcionadas concomitantes com o aprendizado dos conceitos científicos propostos para a matéria de ensino, para que os modelos apresentados possam ser modificados.

Tabela 5. *Categorização dos elementos representados na questão 4 ao desenhar o céu durante o dia.*

Categorias/ Elementos	6ª série A (n=21)		6ª série B (n=26)	
	Respostas	%	Respostas	%
Astronômicos	Sol.	44	Sol.	58
Atmosféricos	Nuvens, arco-íris.	42	Nuvens.	40
Culturais/Religiosos	---	---	---	---
Biológicos	Pássaros.	4	---	---
Tecnológicos	Pipa, avião, balão.	10	---	---
Outros	---	---	Não desenhou	2

Tabela 6- *Categorização dos elementos representados na questão 5 ao desenhar o céu durante a noite.*

Categorias/ Elementos	6ª série A (n=21)		6ª série B (n=26)	
	Respostas	%	Respostas	%
Astronômicos	Lua, estrelas.	78	Lua, estrelas.	83
Atmosféricos	Nuvens.	22	Nuvens.	14
Culturais/Religiosos	---	---	---	---
Biológicos	---	---	---	---
Tecnológicos	---	---	---	---
Outros	---	---	Não desenhou.	3

Nas questões 6, 7 e 8, respectivamente, (O Sol está presente no céu somente durante o dia?); (Por quê?) e (Onde está o Sol à noite?), a finalidade foi evidenciar a apreensão do conceito de “Dia e Noite” e dos conceitos de “Rotação e Translação”. As questões foram apresentadas de forma coordenada para que o estudante pudesse afirmar se ele acreditava na presença do Sol apenas durante o dia, e justificar o porquê de sua resposta. 48% da A afirmaram que o Sol está presente no céu somente durante o dia, e na B, apenas 19% acreditam nisso. Quanto a justificar o porquê, apenas 5% da A utilizaram conceitos científicos na justificativa e nenhum estudante da B conseguiu dar

conta disso. Mas, ao responder onde está o Sol à noite, 57% da A e 31% da B souberam explicar adequadamente (tabela 7 e 8).

Tabela 7. Porcentagem de respostas das questões 6 e 9 quanto à presença do Sol, Lua e estrelas no céu.

Respostas	Questão 6		Questão 9	
	6ª série A (n=21)	6ª série B(n=26)	6ª série A (n=21)	6ª série B(n=26)
Sim	48	19	43	31
Não	38	62	57	58
Nulo	14	19	0,0	11

Na nona questão, (A Lua e as estrelas estão presentes somente à noite?), houve equilíbrio entre as respostas para A, com 57% e a B 58%. Esses dados evidenciaram que a maioria acredita que a Lua e as estrelas aparecem tanto no céu diurno como no noturno (tabela 7). A questão 10, (Para onde vão a Lua e as estrelas durante o dia?), complementa a questão 9. Nas respostas, a explicação aceita é que a Lua e as estrelas permanecem no céu e não a vemos devido à presença da luz do Sol. Essa estrutura conceitual foi utilizada por apenas 5% da A e 4% da B, isso representa que poucos estudantes dispõem de conhecimento sobre o movimento aparente dos astros (tabela 8).

Essa atividade foi composta pela questão 11, (De que lado o Sol surge? De que lado ele se põe?); questão 12, (De que lado surge a Lua? De que lado ela se põe?) e ainda as questões 13, (Onde está o Sol em relação à sala de aula?; às 9 horas?; ao meio – dia?; às 15 horas?). O objetivo foi o de evidenciar o conceito de pontos cardeais presente na estrutura cognitiva do estudante ao referir-se à trajetória do Sol e da Lua no céu e as evidências de ideias relevantes, tanto em relação ao conceito de referência como de localização do Sol em relação à sala de aula. A noção de pontos cardeais foi demonstrada em 33% da A, e 58% da B, e apenas 15% da A e 23% da B os utilizaram como ponto de referência para descrever a trajetória do Sol. Quanto à trajetória da Lua, 55% A e 27% da B fizeram uso dos pontos cardeais como referência. Na questão 14, (A Lua se movimenta no céu?) o objetivo foi evidenciar a capacidade de observar e identificar regularidade no movimento da Lua no céu. Os dados mostraram que 38% da A e 31% da B afirmaram que a Lua se movimenta no Céu. Enquanto 57% da A e 50% da B afirmaram que a Lua não se movimenta no céu. Complementando a questão anterior, a questão 15 (Caso ela se movimente, como é esse movimento?) procurou identificar se, ao elaborar hipóteses para justificar a resposta, o estudante é capaz de utilizar a terminologia científica. Apenas 14% da A conseguiram elaborar hipóteses utilizando os conceitos de rotação e translação, enquanto na B nenhum estudante foi capaz disso (tabela 9).

Tabela 8. Categorização das respostas das questões 7, 8 e 10 quanto à localização e movimentação do Sol e da Lua.

Grupo	Questão	Utilizou os conceitos científicos e fez uso da terminologia		Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia		Não respondeu de acordo com os conceitos científicos	
		Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%
6ª série A (n=21)	7	Por causa do movimento de rotação da terra a gente só vê o Sol de dia.	5	Porque o planeta gira; Não sai do céu; Ilumina a outra parte do planeta; Fica parado, a Terra é que gira.	42	A noite está mais escuro e nós não enxergamos; É uma estrela que brilha; Para iluminar a Terra; Durante o dia tem nuvens; Durante o dia está em nossa cidade.	53
	8	Do outro lado do mundo/terra; Ilumina outro lugar da Terra.	57	Fica no Japão.	5	A noite não tem Sol; Ele não se esconde; Ilumina os outros planetas; Está atrás das nuvens.	38
	10	A luz do sol é muito forte e não dá para “ver elas.”	5	Não sai do lugar; Não vai pra lugar nenhum.	24	Pro outro lado do mundo/Terra; Não sei; Outro país; Para onde está a noite; Mundo gira.	71
6ª série B (n=26)	7	---	---	Porque o planeta gira; A Terra gira no seu eixo e fica claro; A Terra gira em volta do Sol.	15	O dia tem que estar claro; Tem Lua cheia; Está com a claridade; Faz a luz da Lua; Porque brilha à noite fica escuro; Porque tem Lua cheia; Fenômeno da natureza visto durante o dia; Ilumina o dia e a noite acaba; Fica escondido até a noite acabar; Deixa claro e ajuda acordar; Se esconde; Não respondeu	85
	8	Do outro lado do céu Iluminando outro país; Do outro lado do mundo; Desaparece “pra” nós.	31	Fica atrás do planeta; Fica no Japão.	4	O Sol fica atrás da lua; Coberto pela escuridão; Coberto pelas nuvens; Descansando no céu; Atrás da Lua e dos planetas; Não respondeu.	65
	10	Está no céu e não dá para ver por causa da claridade do Sol.	4	Prá nenhum lugar; Fica no céu; Fica no mesmo lugar no céu.	31	Esconde atrás do planeta; Vão embora e a noite volta; Vão para o Japão; Outro lado do mundo; A Lua some e as estrelas ficam; Descansam para noite brilhar no céu; Vão para o universo.	65

Tabela 9. *Categorização das respostas das questões 11, 12, 13 e 15 quanto ao movimento do Sol e da Lua.*

Grupo	Questão	Utilizou conceitos científicos e fez uso da terminologia		Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia		Não respondeu de acordo com os conceitos científicos	
		Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%
6ª série A (n=21)	11	No leste e no oeste.	33	Na direita e na esquerda; respondeu apenas um ponto cardinal; No horizonte.	43	Não respondeu	24
	12	No oeste e no leste; No Sul e no leste; No norte e no sul; No leste e no noroeste.	55	No meio; Na direita, Na esquerda.	30	Não respondeu.	15
	13	No leste, no meio, no oeste.	15	Na esquerda, no meio, na direita.	30	Quase saindo, tá calor; Começa a aparecer; Temperatura mais alta; Enfraquecendo; Começo, Meio, final; Não respondeu.	55
	15	De rotação e translação.	14	Em volta da Terra; Do lado esquerdo para o direito; Rodando em círculo.	43	Bem lento; Giratória, Não se movimenta; Não respondeu.	43
6ª série B (n=26)	11	No leste e no oeste.	58	Na direita e na esquerda.	23	Não respondeu.	19
	12	Oeste e leste; sul e leste; norte e sul; leste e noroeste.	27	Meio; direita, esquerda.	31	Qualquer lado; Nenhum lugar.	42
	13	No leste, no meio, no oeste.	23	No lado esquerdo, no meio do céu, no lado direito.	19	Não respondeu.	58
	15	---	---	Girando; Rodando; Girando no Céu; Gira em torno da Terra; De um lado para outro.	42	Não movimenta; Vai andando devagar; Ultrapassado pelas nuvens; Ela balança; Não sei; Para os lados; Só se movimenta para o Sol se esconder; Quando a gente está andando ela vem junto.	58

Na questão 16, (Desenhe, nos quadros abaixo, as fases da Lua.), as evidências de conhecimento envolveram o fenômeno das “fases da Lua”, por isso foi subdividido em desenho da Lua Crescente; desenho da Lua Cheia; desenho da Lua Minguante e desenho da Lua Nova. Embora a percepção das fases da Lua faça parte do cotidiano dos estudantes, foi necessário permitir a representação que os mesmos elaboram das fases da Lua e as características que as identificam. Os desenhos analisados mostram que 81% da A não conseguiram representar a Lua crescente e Lua cheia, outros 52% e 43% não representaram adequadamente a Lua minguante e Lua nova. Na B, a porcentagem

ficou em torno de 35% e 58% para a Lua crescente e Lua cheia, assim como, 15% e 19% para a Lua minguante e Lua nova (tabela 10).

Tabela 10. *Porcentagem de respostas das questões 16 quanto às fases da Lua.*

Respostas	Lua Crescente		Lua Cheia		Lua Minguante		Lua Nova	
	6 ^a A	6 ^a B	6 ^a A	6 ^a B	6 ^a A	6 ^a B	6 ^a A	6 ^a B
Sim	19	46	19	23	48	62	57	58
Não	81	35	81	58	52	15	43	19
Nulo	0	19	0	19	0	23	0	23

Por tais razões, cabe ao professor avaliar os conhecimentos prévios e procurar identificar em que contexto de ensino provavelmente eles teriam acontecido (NOVAK E GOWIN, 1999). Por exemplo, no ensino de Astronomia, o conteúdo “As fases da Lua” é complexo para o professor ensinar e difícil para o estudante aprender, quando se utiliza apenas como referencial o modelo heliocêntrico proposto no livro didático, devido ao alto grau de abstração dos conceitos e o conhecimento espacial que esse modelo requer (KRINER, 2004). Às vezes, torna-se conflitante com a percepção de Terra plana que o estudante normalmente apresenta, resultando na formação de conceitos pouco adequados para dar conta de qualquer explicação referente a esse conteúdo (BIZZO, 2008).

Com a questão 17, (O que são constelações?), pretendeu-se evidenciar o significado que o estudante atribui ao conceito de Constelação, sendo ele arbitrário ou não. De maneira geral, responder a essa pergunta não representa dificuldade para um estudante da 6^a série, devido à forma pela qual o assunto é discutido nas séries anteriores. Normalmente, “Constelação” é definida como um grupo ou conjunto de estrelas aparentes, sempre associadas a figuras de animais, objetos, seres ou heróis mitológicos que fazem parte da imaginação do estudante. Os dados evidenciaram que 67% da A e 38% da B souberam definir constelações. Para complementar a questão anterior foi proposta a questão 18, (Você conhece alguma constelação e sabe identificá-la no Céu?). Verificou-se que 24% da A e apenas 4% da B citaram nomes de constelações e afirmaram saber reconhecê-las no Céu (tabela 11).

Para analisar a forma como o estudante representa o Sistema Solar com os seus astros identificados por suas formas, localizações, tamanhos e distâncias, foram propostas as atividades 19, (Desenhe o Sistema Solar) e 20, (Denomine todos os elementos do sistema desenhado por você). O que se pretendia era explorar o conhecimento do estudante sobre tais conceitos por meio de suas representações. Os desenhos, quando analisados, mostraram que 62% da A e, 42% da B souberam representar o Sistema Solar. Desses, 76% da A e 62% da B souberam, também, nomear os planetas na sequência de suas localizações (tabela 12).

Com a pergunta 21, (Em sua opinião, como é gerada a luz do Sol?), o objetivo foi conhecer quais os conceitos utilizados pelo estudante para explicar como acontece a geração da luz do Sol. As explicações dadas forneceram evidências de que 76% dos estudantes da A e 89% da B não compreendem como ocorre esse fenômeno. Os restantes, tanto da A como da B, fizeram uso de alguns conceitos não científicos para dar conta dessa explicação (tabela 13).

Tabela 11. *Categorização das respostas das questões 17 e 18 quanto ao conhecimento sobre Constelações.*

Grupo	Questão	Utilizou conceitos científicos e fez uso da terminologia		Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia		Não respondeu de acordo com os conceitos científicos adequados	
		Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%
6ª série A (n=21)	17	Conjunto de estrelas.	67	---	---	Planetas que existem no céu; Meteoros;	33
	18	Escorpião; Três Marias; Capricórnio; Cruzeiro do Sul.	24	As estrelas.	24	Não; sim; planetas, Sol, estrela, nuvem, Lua.	33
6ª série B (n=26)	17	Conjunto de várias estrelas.	38	Estrelas.	4	Não respondeu.	58
	18	Três Marias.	4	---	---	Não respondeu.	96

Tabela 12. *Porcentagem de respostas das questões 19 e 20 quanto ao Sistema Solar*

Respostas	Questão 19		Questão 20	
	6ª série A	6ª série B	6ª série A	6ª série B
Sim	62	42	76	62
Não	24	35	10	15
Nulo	14	23	14	23

Tabela 13. *Categorização das respostas da questão 21 quanto à formação da Luz Solar.*

Grupo	Utilizou conceitos científicos e fez uso da terminologia		Utilizou conceitos científicos e não fez uso da terminologia		Não respondeu de acordo com os conceitos científicos	
	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%
6ª A	---	---	Várias substâncias do sistema solar; Energia cósmica.	24	Nuvens; raios; Estrela que solta raios solares; Têm luz própria; Pela chama do fogo; Raios do sol; Substâncias da Terra; Luz da lua; Fogo; Temperatura fica mais alta; Raios ultravioletas.	76
6ª B	---	---	Por gases; Vários gases.	11	Muito quente; Ar quente e luz; Não sei; Pela luz forte; Raios de fogo; Luz solar; Raios de luz.	89

O desafio da pergunta é a formulação de hipóteses para explicar como acontece a geração de luz do Sol e essa proposição deve fornecer evidência se o estudante compreende como ocorre esse fenômeno e utiliza conceitos científicos para dar conta dessa explicação ou se apenas compreende, mas os conceitos utilizados na formulação da hipótese são representativos de sua imaginação (ideia). De acordo com o currículo da

matéria de ensino, a explicação (resumida) mais aceita para o fenômeno de geração de luz pelo Sol, é que: A luz gerada pelo Sol é proveniente de uma transformação, que ocorre em seu núcleo, de átomos de hidrogênio em hélio. Essa transformação é denominada fusão do hidrogênio e o brilho (luz) resulta da energia liberada por essa fusão (MACIEL, 1996; ARANY-PRADO, 2006).

Outra evidência considerada importante obteve-se por meio da questão 22 (Qual dos objetos que você desenhou, na questão quatro e cinco, está mais longe da superfície da Terra?). A partir dessa questão, encontra-se a possibilidade de conhecer a capacidade de o estudante identificar a distância existente entre a superfície da Terra e os elementos astronômicos desenhados. Apenas 10% da turma A demonstraram evidências da capacidade de identificar distâncias astronômicas, enquanto que na B não houve nenhuma manifestação. A atividade 23 (Identifique o planeta mais próximo e o mais distante do Sol) é uma extensão da questão 19, cuja intenção foi a de estimular o estudante a representar mentalmente e externar (ou exteriorizar) os seus significados sobre distâncias astronômicas por meio de sua visão espacial, e apontar não apenas o planeta mais próximo do Sol como também o mais distante. A resposta evidencia que 57% da A e 52% da B têm familiaridade com os nomes dos planetas e ainda reconhecem Netuno como último planeta conhecido do Sistema Solar. Na atividade final da avaliação diagnóstica, o estudante foi questionado sobre estimativas de distâncias entre o planeta mais próximo e o planeta mais distante do Sistema Solar, com as questões 24, (Em relação ao planeta mais próximo, qual é a distância entre ele e o Sol?), e 25, (Em relação ao planeta mais distante, qual é a distância entre ele e o Sol?). Esse procedimento permitiu identificar a noção de grandeza apresentada pelo estudante ao estabelecer valores de distâncias astronômicas. As respostas, tanto da A como da B foram de 0% para sim, ou seja, nenhum estudante das sextas séries investigadas conseguiu estimar valores aproximados e coerentes para as distâncias (relativas) entre os astros (tabela 14)

Tabela 14. *Porcentagem de respostas das questões 22, 23, 24, e 25 quanto à distância entre os astros.*

Respostas	Questão 22		Questão 23		Questão 24		Questão 25	
	6 ^a A	6 ^a B	6 ^a A	6 ^a B	6 ^a A	6 ^a B	6 ^a A	6 ^a B
Sim	10	0	57	51	0	0	0	0
Não	76	95	10	19	10	57	5	33
Nulo	14	5	33	30	90	53	95	67

Esses resultados representam significados conceituais e representacionais que merecem atenção especial no desenvolvimento dos conceitos científicos da matéria de ensino. Por exemplo, ao responder a vigésima pergunta, um estudante coloca que o planeta Mercúrio (mais próximo do Sol) está a uma distância de 12 milhões de km e Netuno (o mais distante) está a uma distância de 2 bilhões de km, mesmo estando a resposta numericamente incorreta, pode-se inferir que esse estudante tem algum conhecimento disponível, na sua estrutura cognitiva, que o permite dimensionar grandezas de medidas coerentes com a dimensão espacial (milhões; bilhões).

Dessa forma, o conhecimento prévio pode ser modificado, subordinar um novo conhecimento e, assim, estruturar a compreensão do estudante sobre o processo de

medição. Então, a subordinação³ passa a ser etapa integrante da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2002; MOREIRA, 2008), podendo ser facilitada durante a intervenção pedagógica, com vistas a garantir novas significações sobre medidas astronômicas.

4. Discussão

Normalmente, no ensino de temas da Astronomia, os conceitos são entendidos a partir de critérios arbitrários, devido a todo um contexto histórico pedagógico no qual esteve e ainda está inserido (MARRONE JÚNIOR & TREVISAN, 2009). Tais critérios são insuficientes para dar conta de todos os conceitos científicos importantes a serem tratados em sala de aula. Sendo assim, é comum o estudante apresentar critérios arbitrários ao responder questões sobre o assunto. De acordo com Novak (2000); Moreira (2008); Bizzo (2008) e Weisz (2009), esse fato apenas evidencia situações de ensino e aprendizagem merecedoras de pesquisa e reflexão continuada por parte do professor.

O ponto principal de tudo isso é reconhecer o verdadeiro papel que o conhecimento prévio tem na organização de nossas intervenções pedagógicas, ou seja, sua efetiva contribuição para a organização de um plano de ensino potencialmente significativo (MINTZES *et al.*, 2000). Nesse sentido, faz-se necessário explorar todas as evidências de conhecimento científico sobre o tema Terra e Universo que se deseja ensinar e os significados a ele atribuídos, fazendo uso de atividades didáticas já conhecidas pelos estudantes, como as que foram utilizadas nessa avaliação diagnóstica (perguntas e respostas, representação de modelos e criação de imagens), pois o desafio é encontrar o que Meneses Villagrà (2001) denomina de “pontos de partida”, estimuladores do processo de ensino, cuja perspectiva deve ser a aprendizagem significativa.

Nesse processo, é conveniente, também, levar o estudante a compreender que cada resposta dada por ele é uma hipótese, portanto pode ser reestruturada gerando novas hipóteses na medida em que vai aprendendo os conceitos científicos. Essa compreensão deixa o professor à vontade para propor vários questionamentos de modo a garantir um diagnóstico mais eficaz dos conceitos sobre os quais deseja que o estudante aprenda cada vez mais. De acordo com Lemos (2007), há de se criar uma estrutura favorecedora de interesses e de participação, em que todos os estudantes da classe possam assumir a sua responsabilidade no processo, isto é, ao obter a informação, devem interpretá-la, predispor-se a representá-la mentalmente e externalizar os seus significados de modo a garantir sua negociação. Como as hipóteses formuladas por alguns dos estudantes, de que a geração da luz solar ocorre “por várias substâncias do sistema solar” ou “*por vários gases*”. Essas hipóteses são consideradas aproximações subjacentes ao ideal científico, ou seja, podem representar significados atribuídos por esses estudantes, com possibilidade de adquirir novos significados quando o subsunçor “*substância*” ou “*gases*” interagir com conceitos de hidrogênio e hélio, assumindo o caráter de aprendizagem significativa subordinada (AUSUBEL, 2002; MOREIRA 2006, 2008), isto é, quando a nova informação, *fusão do hidrogênio em hélio*, adquire significado ancorando-se no subsunçor *substância ou gás*.

³ Quando o significado de um novo conceito ou proposição interage (subsunção) com uma idéia particular mais inclusiva (subsunçor) na estrutura cognitiva do estudante, resultando em aprendizagem significativa (Ausubel, 2002; Moreira, 2008).

Em alguns casos, os conceitos prévios que o estudante apresenta acerca do fenômeno “geração da luz Solar” são bem distantes dos conceitos científicos, por exemplo, “*de manhã ele acende e à noite ele apaga*”; “*O sol é de fogo, a lua é de pedra*”. Nota-se, que esses estudantes apresentam conceitos pouco coerentes com sua escolaridade, mas a partir do momento em que é colocado para o professor, assume como função específica subsidiar outros questionamentos, por exemplo, *por que você acha que o sol acende de manhã e à noite ele apaga?*

Talvez essa dinâmica leve mais tempo para fazer uma aproximação dos conceitos prévios aos científicos. Nesse caso, sugere-se que o professor facilite o compartilhamento desses significados entre os estudantes. E como pode fazer isso? Buscando formas de selecionar situações de aprendizagem que permitam o diálogo e a negociação, com o propósito de favorecer o avanço do conhecimento prévio até ao científico (WEISZ, 2009; MOREIRA, 2008, 2006, 2005; BIZZO, 2008; NOVAK E GOWIN, 1999).

5. Considerações Finais

A avaliação diagnóstica (AD) constitui-se como um instrumento importante para a coleta de dados em sala de aula. Por meio desse instrumento é possível identificar os significados que o estudante apresenta sobre o tema Terra e Universo ao chegar à 6ª série, e evidenciar prováveis subsunçores que venham interagir com os novos conceitos propostos para esse tema. Assim, o professor, a partir dos dados analisados, pode adequar a sequência didática às características do estudante e ao contexto da sala de aula (MENESES VILLAGRÁ, 2001).

No entanto, diagnosticar o conhecimento prévio do estudante não é uma tarefa fácil a ser cumprida pelo professor; exige concentrar esforços na análise da avaliação, já que apenas identificar representações, ideias, conceitos ou proposições e categorizá-las não nos garante que o ponto de partida para o estudo subsequente é um subsunçor altamente elaborado que possa interagir com os novos conceitos da matéria de ensino (MOREIRA, 2008 e AUSUBEL, 2002).

Outro desafio a ser enfrentado é encontrar um ponto de equilíbrio nas possibilidades oferecidas pela avaliação diagnóstica ao elaborar uma sequência didática potencialmente significativa, que possa envolver todos os estudantes da classe. Por exemplo, ideias sobre o que pode ser visto ou não no céu imaginado pelo estudante deixam explícitas, quase na mesma proporção, referências sobre os elementos astronômicos e os atmosféricos. Essa situação exige uma tomada de decisão quanto ao que considerar relevante ou como integrar os diferentes conceitos na elaboração da sequência didática sem colocar em jogo a definição dos objetivos a atingir.

Estabelecer uma sequência didática que atenda às necessidades de todos os estudantes da classe é outro fator a ser repensado com muito cuidado. Se a maioria desejar ver com mais detalhe a Lua, o professor pode propor discutir a importância da luneta para tal atividade, pois, foi fazendo uso de uma luneta que Galileu viu a Lua com mais detalhe e descobriu que a superfície da Lua não é lisa como enxergamos aqui da Terra, mas cheia de montanhas e crateras. Mas, antes disso, o professor deve se perguntar se essa discussão envolveria os estudantes que gostariam de ver com mais detalhes outros elementos não astronômicos.

Quanto aos significados atribuídos a determinados conceitos, não é fácil para o professor identificar, inicialmente, os que podem ser condicionados a algo imaginado,

daqueles apreendidos cientificamente. Nesse sentido, torna-se fundamental explorar, com diversos questionamentos, o conhecimento prévio do estudante, mesmo que pareça solicitar a mesma coisa. A cada resposta, certamente, encontrará evidências de significados que demonstram quais conceitos não são coerentes com a matéria de ensino, mas que sustentam a resposta do estudante à questão.

Não é igualmente fácil questionar os estudantes sobre algo tão presente no seu cotidiano e ao mesmo tempo tão distante; ou seja, coisas que dificilmente poderão chegar a ver ou pegar, para reforçar ou refutar certezas criadas pela sua imaginação. Mesmo assim, torna-se fundamental criar situações que lhes permitam expressar o seu conhecimento sobre o que é bem próximo deles têm origem muito distante, como a luz solar.

O resultado da avaliação diagnóstica desse grupo de estudantes evidenciou pouco conhecimento sobre os movimentos dos principais astros, mas, mesmo assim, foram utilizados como critérios básicos para introduzir outros conhecimentos científicos necessários à compreensão dos fenômenos astronômicos. Nesse caso, foram organizadas situações de ensino com o enfoque na construção de uma compreensão mais global do fenômeno do movimento dos principais astros, utilizando como referencial a Terra, ou seja, a partir do observador. Dessa forma, pressupomos ter garantias que o conhecimento prévio adquira novos significados (Ausubel, 2002; Moreira, 2008).

Os conhecimentos prévios referentes à “observação do Céu” evidenciaram a compreensão de que os elementos astronômicos (Sol, Lua e outras estrelas) se encontram mais distantes que outros elementos não astronômicos, ou seja, o estudante possui um conjunto adequado de conceitos que o leva a compreender que as distâncias que separam os astros (Terra e os demais) são inimagináveis. Da mesma forma, quando afirma conhecer, e cita exemplos de constelações, mesmo que nunca as tenha visto no céu ou as localizado na carta celeste, demonstra que o assunto não é totalmente desconhecido para ele, o que oferece espaço para o diálogo sobre o conteúdo a ensinar.

Considerando o que foi exposto, deve ficar bem claro para o professor que pretende utilizar a avaliação diagnóstica como um instrumento de investigação para evidenciar os conhecimentos prévios sobre o tema Terra e Universo, a importância de encorajar o estudante a registrar o que interpreta mentalmente (COSTA, 2008). Para atingir tal objetivo, ele deve estabelecer inicialmente um espaço em suas aulas que permita ao estudante relatar, de diferentes formas, as ideias sobre o conhecimento científico da matéria de ensino que se deseja ensinar. Caso contrário, dificilmente compreenderá a dimensão do desafio proposto pela educação científica (NOVAK & GOWIN, 1999; CRESPO & POZO, 2007).

6. Referências Bibliográficas

- ARANY-PRADO, L. I. **À luz das estrelas**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2006
- AUSUBEL, D. P. **Adquisición y Retención del Conocimiento**: una perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós, 2002. p. 25-48.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2004.

- BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. In: **Internacional Journal of Science Education**, v. 11, n. 5, 1989. p. 502-513.
- BISCH, S. M. **Astronomia no Ensino Fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1998.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2ª edição. São Paulo: Ática, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura (MEC). Secretaria do Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos**. Brasília, 1997.
- CANALLE, J. B. G. Comparação entre os planetas e o Sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 11, n. 2, ago, 1994. p.141-144.
- COSTA, S. S. C. O aprender pela resolução de problemas. In: Masini, E. F. S. & Moreira, M. A. **Aprendizagem significativa: Condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008. p.193-209.
- CRESPO, M. A. G.; POZO, J. I. Significado y sentido em el aprendizaje de la ciencia, 2007. In: **Boletín de Estudios e Investigacion** de lo V Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, Madrid: LA Salle; septiembre, 2006.
- FRANCO, C. As ideias dos estudantes sobre temas científicos: vale a pena levá-las a sério? **Revista Ciências & Ensino**, nº 4, 1998. p. 10-17.
- JORBA, J. & SANMARTÍ, N. **Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación contínua: Propuestas didácticas para las areas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas**. Barcelona: Ministério de Educación e Cultura, 1994. p 95-109.
- KRINER, A. Las fases de la Luna? Cómo y cuándo enseñarlas?. In: **Revista Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, 2004. p. 111-120.
- LATARRI, C. J. B.; TREVISAN, R. H. Metodologia para o Ensino de Astronomia: uma abordagem construtivista. In: **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos, SP: ABRAPEC, set. 1999.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- LEITE, C.; BISH, S. M.; HOSOUME, Y.; SILVA, J. A. Representações do Universo em Crianças do 1º grau. In: **Caderno de Resumos do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Belo Horizonte: UFMG, 1997.
- LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 4, 2007. p. 47-68.
- _____. **Caderno do Professor**. Ciências: ensino fundamental 6ª série. São Paulo: SEE, 2008
- LEMOS, E. S. A Teoria de Aprendizagem Significativa e sua relação com o Ensino e com a Pesquisa sobre o Ensino, 2007. In: **Boletín de Estudios e Investigación** de lo V Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, Madrid: LA Salle; septiembre, 2006.

MARRONE JUNIOR, J.; TRIVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de Ciências. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. V. 26, n. 3: dez, 2009. p. 547-574.

MENESES VILLAGRÁ, J. A. La evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: **Actas del PIDEC**: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos. vol. 3. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 91-125.

MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. **Ensinando ciência para a compreensão**: uma visão construtivista. 1ª edição. Lisboa, Plátano, 2000.

MACIEL, W. J. As três mortes das estrelas. In: **Ciências hoje na escola**: céu e terra. 2ª Ed. São Paulo, Global/SBPC, 1996.

MOREIRA, M. A. & VEIT, E. A. **Fidedignidade e Validade de testes e questionários**. Texto de Apoio preparado para a disciplina de pós-graduação Bases Teóricas e Metodológicas para o ensino superior, Instituto de Física, UFRGS, 2007.

MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. In: **Representações Mentais, modelos mentais e representações sociais**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. p. 47-90.

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

_____. A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In: Masini, E. F. S.; Moreira, M. A. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008. p.15-44.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano, 1999. p. 17-113.

NOVAK, J. D. **Ensinando ciência para a compreensão**: uma visão construtivista. Lisboa: Plátano, 2000, p.22-41.

OTHERO, F. N.; MORITA, E. M. Projeto SKY: desmistificando o ensino da astronomia. In: **Coletânea do VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”**, São Paulo: FEUSP, 2000. p. 814-816.

SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular**: Ciências Naturais. São Paulo: SEE, 2008.

TRUMPER, R. A cross-age study of Junior high school students conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, 2001. p. 1111-1123.

WEISZ, T. **O dialogo entre o ensino e a aprendizagem**. 2ª edição. São Paulo: Ática, 2009.

CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS SOBRE AS FASES DA LUA

*Maria de Fátima Oliveira Saraiva¹
Fernando Lang da Silveira²
Maria Helena Steffani³*

Resumo. Neste artigo descrevemos a elaboração de um teste de múltipla escolha sobre as fases da Lua e analisamos os resultados de sua aplicação em dez grupos de estudantes de Física da UFRGS. Durante o aprimoramento do teste notamos que a porcentagem de acertos a respeito de alguns conceitos teve um aumento significativo associado à reformulação da pergunta, ressaltando a importância de tomar cuidado para evitar respostas erradas geradas por perguntas pouco claras e não por ignorância do respondente sobre o assunto. Confirmamos os resultados de outros estudos de que as maiores dificuldades dos alunos sobre o tema Fases da Lua dizem respeito a relacionar a fase que a Lua apresenta com a sua posição no céu em determinada hora. Por outro lado, nossos resultados sugerem que, em geral, os estudantes de Física entendem melhor o fenômeno das fases lunares do que a média dos estudantes universitários.

Palavras-chave: Fases da Lua. Testes de conhecimento. Ensino superior. Pré-concepções em Astronomia.

CONCEPCIONES DE ESTUDIANTES UNIVERSITÁRIOS SOBRE LAS FASES DE LA LUNA

Resumen. En este artículo se describe la elaboración de una prueba de opción múltiple sobre las fases de la Luna y se analizan los resultados de su aplicación en diez grupos de estudiantes de Física de UFRGS. Durante el mejoramiento de la prueba observamos que el porcentaje de aciertos creció considerablemente cuando considerada una nueva redacción de la pregunta, destacando el cuidado que se debe tomar a fin de evitar respuestas incorrectas generadas por preguntas poco claras y no a causa de la ignorancia de los estudiantes sobre el tema. Confirmamos los resultados de otros estudios que las mayores dificultades de los alumnos sobre el tema fases de la Luna están en relacionar la fase de la Luna con su posición en el cielo en determinado momento. Por otra parte, nuestros resultados sugieren que, en general, los estudiantes de la Física comprenden mejor el fenómeno de las fases lunares que el promedio de los estudiantes universitarios.

Palabras-clave. Fases de la Luna. Pruebas de conocimiento. Educación superior. Pre-concepciones en Astronomía.

UNIVERSITY STUDENTS' CONCEPTIONS ABOUT THE MOON PHASES

Abstract. In this article we describe the development of a multiple choice test about lunar phases and analyze the results of its application to ten groups of Physics students at the UFRGS. During the improvement of the test, we noticed that the percentage of right answers about some concepts increased significantly when associated with the reformulation of the question, emphasizing the importance of being careful to avoid incorrect answers generated by unclear questions, and not by ignorance on the matter. We confirm the results of other studies that show that students have great difficulty to relate the Moon's phase with its position in the sky at given time. On the other hand, our results suggest that, in general, students of Physics understand the phenomenon of lunar phases better than the average of university students.

Keywords: Moon phases. Knowledge tests. Higher education. Preconceptions in Astronomy.

¹ Instituto de Física da UFRGS - Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: fatima@if.ufrgs.br

² Instituto de Física da UFRGS - Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: lang@if.ufrgs.br

³ Instituto de Física da UFRGS - Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: steffani@if.ufrgs.br

1. Introdução

A Lua é o objeto astronômico mais próximo de nós e o mais brilhante depois do Sol. Desde os tempos mais remotos é importante referência cultural nos mais diversos ramos da atividade humana, e a regularidade de seu ciclo de fases serviu de base para a medição do tempo e para a construção de calendários. A causa dessas fases foi explicada por Aristóteles mais de 300 anos antes da era cristã, constituindo um dos conhecimentos mais antigos e básicos da ciência. Ao mesmo tempo, este parece ser um dos conceitos da astronomia mais difícil de ser compreendido de forma completa por pessoas de diferentes idades. Os diversos estudos sobre o assunto feitos nos últimos vinte anos com crianças (e.g. BAXTER 1989, BARNETT & MORRAN, 2002, STAHLY *et al.*, 1999, SCARINCI & PACCA, 2006), adolescentes (IACHEL *et al.*, 2008; GANGUI *et al.*, 2010) e adultos (e. g. CAMINO, 1995, PARKER & HEYWOOD, 1998, TRUMPER, 2001, LINDELL & OLSON, 2002, PEDROCHI & NEVES, 2005, TREVISAN & PUZZO, 2006, MULHOLLAND & GINNS, 2008), mostram que muitas concepções equivocadas a respeito da Lua e dos eclipses são fortemente arraigadas e resistentes à mudança.

Um erro muito frequente na explicação das fases da Lua é a ideia de que elas são causadas pela sombra da Terra (KAVANAGH *et al.*, 2005), numa evidente confusão com eclipse lunar, pelo que Stahly *et al.* (1999) a chamaram de “*eclipse explanation*” (algo como “explicação do eclipse”). O trabalho de Stahly *et al.* envolveu apenas crianças pequenas, mas essa ideia é compartilhada por muitos estudantes universitários e outros adultos.

Tratando-se de estudantes universitários, um dos trabalhos mais completos a respeito de concepções sobre fases da Lua é o *Lunar Phase Concept Inventory* (LPCI), um teste de 20 questões desenvolvido para mapear diferentes aspectos de modelos mentais sobre fases da Lua em estudantes de nível superior (LINDELL & OLSON, 2002). O LPCI foi aplicado em cerca de 700 estudantes em 5 instituições norte-americanas diferentes. Entre as maiores dificuldades desses estudantes em relação às fases da Lua esteve o estabelecimento da relação entre a fase da Lua e o período do dia em que ela aparece no céu e a causa da Lua Nova (apresentam a “explicação do eclipse”).

No Brasil, em um dos poucos trabalhos tratando esse tema com estudantes universitários, Pedrochi & Neves (2005), também detectaram a dificuldade de explicar a Lua Nova entre os estudantes por eles entrevistados.

Há três anos iniciamos uma tentativa de detectar o grau de compreensão de alunos de graduação em Física da UFRGS sobre esse fenômeno. Embora a maioria dos educadores concorde que a maneira ideal de fazer esse tipo de sondagem seja através de entrevistas individuais, é reconhecida a pouca praticidade disso quando se deseja atingir um número grande de pessoas; nesses casos, o teste de múltipla escolha torna-se uma boa opção, embora a própria elaboração do teste pressuponha um levantamento prévio das concepções alternativas mais frequentes (SILVEIRA *et al.*, 1992, LINDELL & OLSON, 2002).

Como todo instrumento de avaliação, a elaboração de testes de múltipla escolha exige muito esforço por parte do elaborador: é preciso ter amplo domínio conceitual, definir claramente os objetivos de cada questão, ser capaz de criar opções com coerência científica e conhecer o perfil do público alvo. Entretanto, frequentemente o elaborador das questões é surpreendido com interpretações bem diversas das que ele

imaginou ao escrevê-las. Dependendo do conteúdo que está sendo avaliado no teste, a interpretação por parte dos respondentes pode ser fortemente influenciada por suas vivências pessoais. Também tem que ser levado em conta que nem todos os respondentes têm a mesma motivação e nem respondem ao teste com a mesma seriedade; principalmente em questões mais difíceis é grande a probabilidade de a resposta ser dada ao acaso, reduzindo a sua confiabilidade. Assim, a elaboração de um teste de múltipla escolha é um processo complexo, que geralmente exige avaliação e aperfeiçoamento do instrumento após cada aplicação. O presente trabalho ilustra esse processo de elaboração de um teste sobre as fases da Lua e sua aplicação em dez grupos de estudantes universitários, apresentando indicadores de validade e fidedignidade do mesmo.

Na sessão 2 explicamos como o teste foi elaborado, os conceitos nele explorados e como ele evoluiu ao longo de dois anos de aplicação; na sessão 3 analisamos os resultados da aplicação sob três pontos de vista diferentes: o desempenho dos alunos frente a diferentes formulações de uma mesma questão (3.a), o desempenho de uma turma de alunos antes e depois do ensino (3.b) e o desempenho de um grupo maior frente à última versão do teste (3.c). Na sessão 4 resumimos nossos principais resultados e conclusões. A versão atual do teste é apresentada no Apêndice.

2. O teste

Na elaboração do teste nos baseamos fortemente no *Lunar Phase Concept Inventory* (LPCI) de Lindell & Olson (2002), porém sem a preocupação de seguir os preceitos da teoria de análise de modelos (BAO & REDISH 2006)¹ em que esse teste se baseia. Assim, reduzimos o número de questões e o número de alternativas em cada questão, de maneira a deixar o teste mais compacto para evitar possíveis desânimos por parte dos estudantes frente a um teste demasiado longo, o que provavelmente aumentaria a vontade de responder ao caso. Das questões do LPCI que mantivemos, algumas foram bastante modificadas e/ou adaptadas ao hemisfério sul². Também, acrescentamos duas questões sem equivalente no LPCI.

Durante quatro semestres letivos consecutivos (de 2007/2 a 2009/1) aplicamos os testes a diferentes turmas de estudantes, analisando os resultados, discutindo as questões com os alunos, colhendo suas opiniões e solicitando críticas e revisões pelos colegas professores, de forma a aprimorar o instrumento e a validar o conteúdo. Como resultado desse processo, o teste sofreu diversas modificações até a versão apresentada no Apêndice, mas os aspectos conceituais abordados se mantiveram os mesmos desde a primeira versão: orientação Sol –Terra - Lua em cada fase da perspectiva geocêntrica e da perspectiva espacial; causa da Lua Nova; ciclo de fases (duração de uma fase e tempo para repetir a mesma fase); período orbital da Lua em relação à Terra (período sinódico da Lua); fases da Lua em que acontecem eclipses; direções onde a Lua nasce e se põe; efeito da variação do lugar da Terra de onde se observa a Lua sobre sua fase;

¹ Essa despreocupação não foi por desmerecer tal tipo de análise, mas apenas por não termos conhecimento dela à época em que elaboramos e aplicamos os testes.

² Embora o LPCI já tivesse sido anteriormente adaptado para o hemisfério sul por Mulholland e Ginns (2008), não tínhamos conhecimento dessa versão à época em que elaboramos e aplicamos os testes.

relação entre fase, localização no céu e hora em que a Lua pode ser vista; razão de vermos sempre a mesma face da Lua.

Os oito primeiros desses conteúdos estão entre os “domínios conceituais” abrangidos no LPCI; o último não é abordado naquele teste, mas consideramos importante incluí-lo visto tratar de uma peculiaridade da Lua bastante divulgada pelos meios de comunicação (muito se fala, impropriamente, no “lado escuro” da Lua) e ter uma explicação interessante para estudantes de Física.

Três versões diferentes do teste, que chamaremos versão 1, versão 2 e versão 3, foram aplicadas a diferentes turmas de estudantes cursando a disciplina “Fundamentos de Astronomia e Astrofísica” (Fis02010), oferecida no segundo semestre dos cursos de Bacharelado em Física e de Licenciatura em Física, na UFRGS.

A versão 1, com 12 questões, foi aplicada no segundo semestre de 2007. A versão 2, modificada e ampliada para 14 questões, foi aplicada no primeiro semestre 2008. A versão 3, apresentada no Apêndice, difere da anterior apenas por um esclarecimento adicional na questão 1 e pela introdução de mais uma questão, totalizando 15 itens. Essa última versão foi aplicada nos semestres 2008/2 e 2009/1.

No quadro 1 listamos os conceitos abordados ao lado dos itens do teste (número da questão) associados a cada um deles em cada uma das três versões aplicadas.

Quadro 1. *Conceitos abordados no teste*

Conceito abordado	Número da questão associada		
	Versão1 (2007/2)	Versão2 (2008/1)	Versão3 2008/2- 2009/1
Orientação entre Sol, Terra e Lua em cada fase	1 e 12	1 e 2	1 e 2
Causa da Lua Nova	2	3	3
Ciclo de fases: frequência e duração de uma fase	6 e 11	4, 9 e 12	4, 10 e 13
Período orbital da Lua	4	5	5
Fase da Lua e eclipses	5	6	6 e 7
Direções onde a Lua nasce e se põe	7	7 e 11	8 e 12
Relação entre fase, localização no céu e hora em que a Lua pode ser vista	8 e 9	8 e 10	9 e 11
Efeito da variação do lugar da Terra Onde se observa a Lua sobre sua fase	10	13	14
Causa de vermos sempre a mesma face da Lua	3	14	15

3. Resultados

Como mencionado na introdução, o teste sofreu diversas modificações entre a sua primeira aplicação e a versão atual. As modificações foram feitas sempre procurando tornar as questões mais claras de forma a minimizar a possibilidade de que respostas erradas fossem dadas devido a problemas de entendimento relativos à raiz da questão.

No primeiro subitem desta sessão comparamos as respostas dos alunos ao mesmo conteúdo perguntado de formas diferentes. No segundo subitem avaliamos a diferença entre as concepções de um grupo de alunos antes e depois de uma aula sobre fases da Lua e eclipses; no terceiro subitem procuramos fazer um levantamento das concepções sobre fases das Lua para uma amostra maior de estudantes, utilizando o teste em sua última versão.

Toda a análise estatística foi feita usando o pacote estatístico SPSS – versão 15.

3.1 Comparações do desempenho de grupos semelhantes frente a diferentes formulações das questões

Neste item comparamos o desempenho de três turmas da disciplina “Fundamentos de Astronomia e Astrofísica”, do turno matutino, nos semestres 2007/2, 2008/1 e 2009/1 respectivamente. Os testes foram aplicados nas mesmas condições (como pré-teste), pela mesma professora, sendo que em cada turma foi usada uma versão mais atualizada do teste: versão 1 em 2007/2, versão 2 em 2008/1 e versão 3 em 2009/1.

Na turma de 2007/2, 20 alunos responderam ao questionário; na turma de 2008/1, 17 alunos o fizeram e na turma de 2009/1, 15 alunos responderam. Assumimos que os grupos sejam inicialmente semelhantes, uma vez que todos são compostos de estudantes no começo do curso de Física diurno da UFRGS.

Na Figura 1 apresentamos o histograma da porcentagem de acertos por questão para as 12 questões que faziam parte do teste nas três versões (2007, 2008 e 2009), seguindo a numeração das questões na versão 1.

A Figura 1 mostra que a proporção de acertos por questão cresceu na maioria das questões da primeira à terceira versão. No entanto, aplicando o teste de Kruskal Wallis - um teste de significância estatística não paramétrico adequado a tal comparação (SIEGEL, 1975) - encontramos que esse crescimento só é estatisticamente significativo em nível de significância igual ou inferior a 5% (ou seja, com chance de que esse crescimento seja devido ao acaso igual ou menor do que 5%), nas questões 1, 6 e 12, com níveis de significância de 2,2%, 0,0% e 0,9%, respectivamente.

O coeficiente alfa de Cronbach³ para o escore total nas doze questões, calculado para esses três grupos, resulta em 0,64, significando que a fidedignidade do escore total é razoável. Usualmente se admite coeficientes maiores do que 0,6 quando vamos utilizar o teste para fazer comparações entre grupos.

³ O coeficiente alfa de Cronbach é uma medida da fidedignidade (consistência interna) do teste e pode assumir qualquer valor no intervalo fechado entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo à unidade, maior é a fidedignidade.

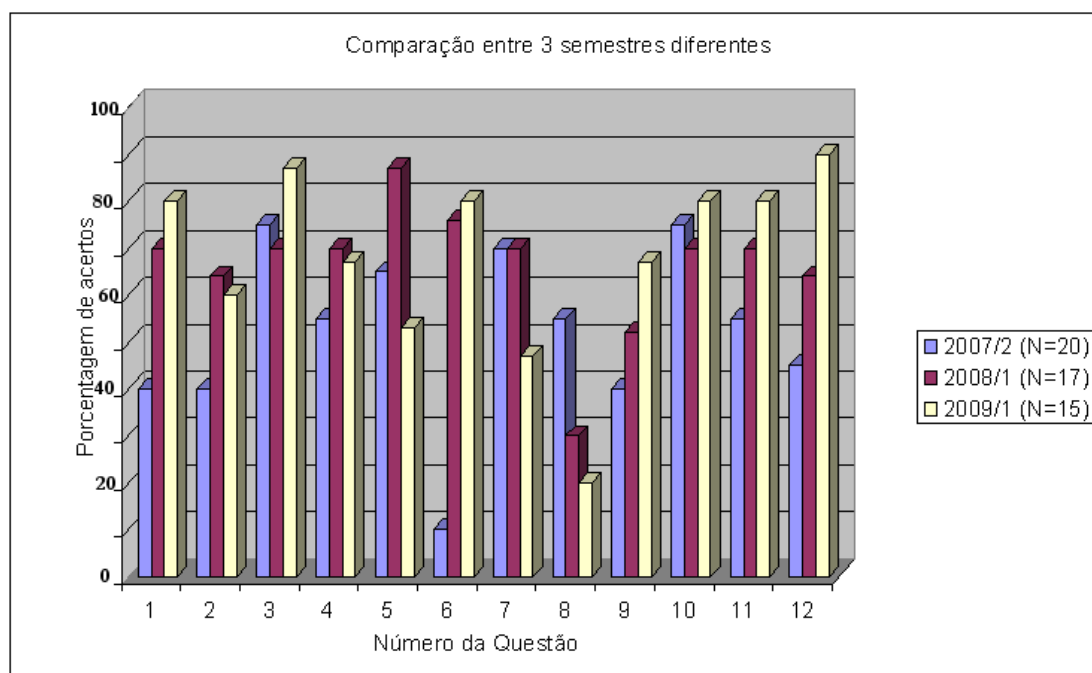


Figura 1. Comparação entre a porcentagem de acertos por questão em três versões do teste aplicada em três semestres diferentes para turmas semelhantes. A escala vertical do gráfico varia entre 0 e 100%. O número da questão, apresentada no eixo horizontal, se refere à versão 1, com 12 questões. Na legenda, N é o número de respondentes.

Considerando que os grupos são semelhantes, atribuímos a melhora no desempenho principalmente ao melhor entendimento das questões nas suas formulações mais recentes. A seguir comentamos as modificações feitas nas três questões para as quais os resultados foram significativos estatisticamente. Nessa análise vamos identificar as questões pelo seu número na primeira versão.

Questão 1 (corresponde à questão 2 da versão 3, apresentada no Apêndice). Conceito abordado: orientação Terra-Sol-Lua em cada fase da perspectiva espacial.

A pergunta foi alterada de: “Qual das seguintes configurações corresponde à Lua Nova?”, na versão 1 (aplicada em 2007/2) para “Qual das seguintes orientações do sistema Terra-Lua em relação aos raios solares corresponde à Lua Cheia?”, nas versões 2 e 3 (aplicadas em 2008/1 e 2009/1, respectivamente).

Comparando o índice de acertos nessa questão em 2008/1 com a questão correspondente aplicada aos alunos do mesmo curso no semestre anterior, para aproximadamente o mesmo número de alunos (20 em 2007/2, 17 em 2008/1) a proporção de acertos no pré-teste mudou de 40% para 70%. Em 2009/1 a proporção de acertos teve pouca variação em relação a 2008/1.

Isso sugere que o baixo índice de acertos na primeira aplicação do teste pode estar relacionado ao uso do termo “configuração”, provavelmente um termo não familiar para os alunos.

Questão 6 (corresponde à questão 4 da versão 3, apresentada no Apêndice). Conceito abordado: duração das fases.

Nesta questão procuramos verificar se os estudantes têm conhecimento de que a fase da Lua muda dia a dia, e não apenas uma vez por semana.

O enunciado da questão - “*Qual a frequência com que ocorre a Lua Nova*” - não mudou em relação ao semestre anterior, o que mudaram foram as alternativas. Na versão 1 as alternativas eram: “*a) todos os dias; b) um dia por semana; c) um dia por mês, d) sete dias por mês*”. Nas versões 2 e 3 as alternativas são: “*a) uma vez por semana; b) uma vez por mês; c) uma vez a cada duas semanas; d) sete vezes por mês.*”

Comparando o índice de acertos nessa questão nos semestres 2007/2 e 2008/1, a proporção de acertos no pré-teste aumentou de 10% para 70%. No semestre 2007/2, todos os alunos que erraram marcaram que a lua nova acontece sete dias por mês. Nos dois semestres seguintes a porcentagem de acertos ficou em 90% (+/- 5,5). Isso indica que as alternativas na nova formulação desfazem em parte a confusão gerada entre os respondentes se a pergunta se refere ao número de dias correspondentes a cada fase no calendário comum, no qual a Lua aparece como em fase nova durante uma semana, ou se a pergunta se refere à fase real da Lua, que muda notavelmente de dia para dia. Essa se revelou ser uma das perguntas mais difíceis de elaborar de maneira a identificar a real concepção do aluno.

Questão 12 (corresponde à questão 1 da versão 3). Conceito abordado: orientação Terra-Sol-Lua em cada fase da perspectiva da Terra.

Nesta questão procuramos identificar se o estudante associa o lado iluminado da Lua com o lado que está voltado para o Sol.

A versão atual mostra uma foto da Lua em fase quarto crescente; o enunciado do problema diz: “*Ao entardecer de certo dia, você vê a Lua com a aparência da figura abaixo bem acima do horizonte norte. Nesse instante o Sol está (a) para o oeste; (b) para o leste; (c) para o norte; (d) para o sul.*”

A versão 1 dizia no enunciado: “*Imagine que, em certo dia, em determinada hora, você olha para o norte e vê a Lua bem alta no céu, com a forma esquematizada na figura abaixo (a parte iluminada é a parte branca). Nesse instante o Sol está (a) para o oeste; (b) para o leste; (c) para o norte; (d) para o sul.*” A figura mostrada está reproduzida abaixo, à esquerda (Figura 2-a).

O índice de acertos nessa questão foi de apenas 45%, surpreendentemente baixo frente à simplicidade do conceito abordado. Na segunda versão do teste optamos por apresentar uma foto da Lua em quarto crescente (Figura 2-b) em vez de um desenho, pois, apesar de termos esclarecido na versão anterior que o lado iluminado da Lua era o lado claro, queríamos descartar a possibilidade de que os alunos escolhessem a alternativa errada por pensarem que o lado iluminado era o lado hachurado. Além disso, alteramos o enunciado da questão para “*Ao entardecer de um certo dia, você vê a Lua, com a aparência da figura abaixo, bem acima do horizonte norte. Nesse instante o Sol está (a) para o oeste; (b) para o leste; (c) para o norte; (d) para o sul.*”

A proporção de acertos aumentou para 64%, que consideramos ainda baixo. Suspeitando que os alunos pudessem estar se confundindo a respeito dos pontos cardeais, optamos por acrescentar, na terceira versão do teste, um desenho esquematizando os pontos cardeais (Figura 2-c), ao lado da foto da Lua, e novamente alteramos o enunciado, que ficou: “*A primeira figura abaixo mostra a orientação dos pontos cardeais no horizonte e uma pessoa voltada para a direção norte. Imagine que essa pessoa está vendo a Lua bem alta no céu à sua frente, e que a Lua aparece como na foto ao lado. Nesse mesmo instante o Sol está: (a) para o oeste; (b) para o leste; (c) para o norte; (d) para o sul.*”

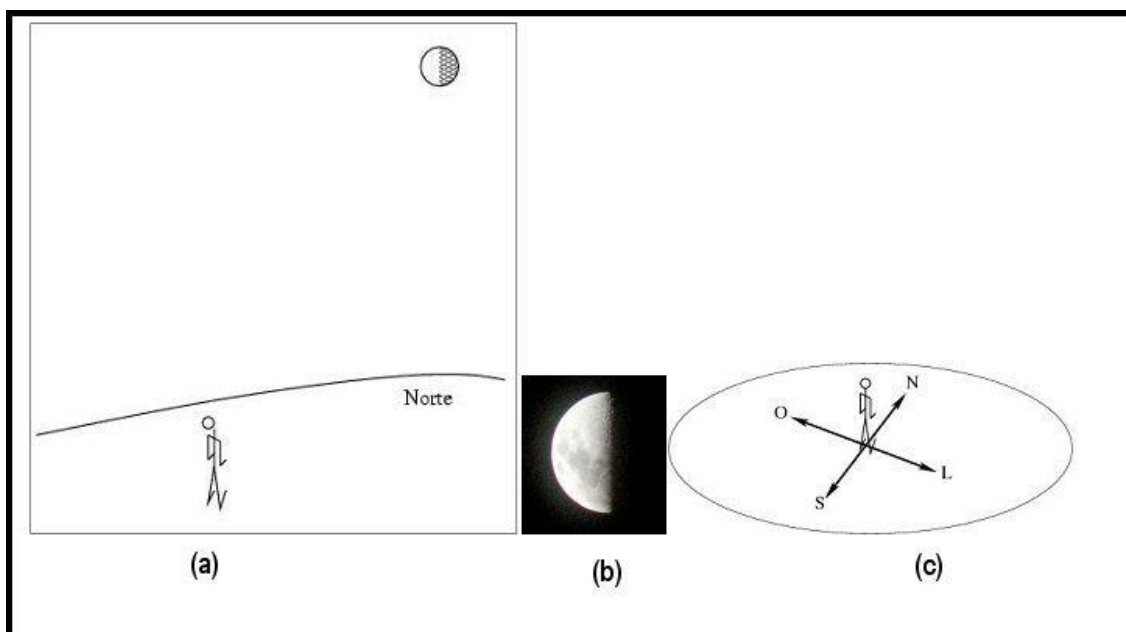


Figura 2. (a) Ilustração da questão de número 12 da versão 2 do teste, correspondente à questão 1 da versão 3. (b) Ilustração da questão correspondente versão 2; (c) Ilustração acrescentada na mesma questão, na versão 3.

A proporção média de acertos nessa questão, entre quatro turmas diurnas dos dois semestres seguintes, foi de 90,6%. A dispersão da proporção foi de 7,6% entre as turmas.

Isso indica que a grande maioria dos estudantes associa corretamente o lado iluminado da Lua com o lado voltado para o Sol, e que o baixo percentual de acertos apresentados nas duas primeiras versões provavelmente foi originado pelo desconhecimento sobre os pontos cardeais, e não sobre o que realmente estava sendo perguntado. Isso evidencia o cuidado necessário na elaboração de questionários desse tipo para evitar que o questionamento não envolva supostos conhecimentos anteriores necessários ao seu entendimento. E também evidencia a dificuldade dos estudantes de se orientar pelos pontos cardeais.

Um resultado contrário ao que esperávamos foi o da questão 8 (correspondente à versão 9 da versão 3) em que o desempenho foi pior a cada nova versão. Embora tal piora possa ter sido apenas flutuação estatística, dado que a diferença somente é significativa em nível superior a 5%, julgamos merecer o comentário que se segue.

O conceito abordado nessa questão é a identificação da fase pela aparência da Lua e pela sua localização no céu em determinada fase. O enunciado permaneceu o mesmo nas três versões: “*Em relação à questão anterior, qual a fase da Lua?*”, mas mudamos as alternativas; na primeira versão as opções eram: “(a) *Crescente, entre Nova e Quarto Crescente. (b) Crescente, entre Quarto Crescente e Cheia. (c) Minguante, entre Cheia e Quarto Minguante. (d) Minguante, entre Quarto Minguante e Nova.*”

Nas versões seguintes, as alternativas eram apenas: “(a) *Entre Nova e Quarto Crescente. (b) Entre Quarto Crescente e Cheia. (c) Entre Cheia e Quarto Minguante. (d) Entre Quarto Minguante e Nova.*”

A razão da alteração foi procurar diminuir a chance de interpretação equivocada da questão: sabendo que muitas pessoas chamam de fase crescente apenas o período após o Quarto Crescente, e de minguante apenas o período após o Quarto Minguante, pensamos que as alternativas, da maneira como estavam formuladas na primeira versão, podiam levar alguns estudantes a descartarem as alternativas (a) e (c), simplesmente por acharem que essas alternativas eram compostas de frases erradas, ou seja, que fossem alternativas maliciosas. No entanto, aparentemente, as alternativas na formulação final adotada ficaram mais difíceis de serem entendidas. Uma possível explicação é que os nomes “Quarto Crescente” e “Quarto Minguante” não sejam familiares para os alunos, mas isso terá que ser melhor investigado.

3.2 Comparação do desempenho de um mesmo grupo antes e depois do ensino sobre as Fases da Lua

Neste parágrafo analisamos apenas o desempenho de uma turma de alunos da disciplina de “Fundamentos de Astronomia e Astrofísica” em três momentos diferentes do semestre 2008/1: no primeiro mês do curso, antes da aula sobre Fases da Lua e Eclipses (pré-teste); no primeiro mês do curso, após a aula sobre Fases da Lua e Eclipses (primeiro pós-teste) e no último mês do curso (segundo pós-teste) quando os alunos já haviam feito as provas da primeira área, incluindo o assunto em questão, e também da segunda área, onde esse assunto não mais foi abordado. Optamos por realizar esse segundo pós-teste para comparar a evolução do desempenho após assistir uma aula, apenas, e após estudar para uma prova. Além do mais, ao retomar o teste após um mês desde o último contato com o assunto em aula (no caso, a primeira prova), esperávamos verificar se houve retenção da aprendizagem.

O pré-teste e a aula sobre o assunto foram aplicados em um mesmo período de 1h40min. A aula foi expositiva, usando como material didático uma bolinha de isopor e uma lâmpada para simular as fases, além de fotos, figuras e animações que fazem parte do hipertexto <http://astro.if.ufrgs.br/lua.htm>. Para ilustrar os eclipses também mostramos um software que simula eclipses (<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/astronomia/simuladoreclipses.html>).

A comparação dos três testes, aluno por aluno, está na Figura 3. Como nem todos os alunos participaram de todos os testes, algumas colunas da figuras estão zeradas, indicando que o aluno não estava presente no dia do teste.

De fato apenas nove alunos responderam ao questionário nas três vezes. A figura 4 apresenta as médias dos totais de acertos nas quinze questões, bem como o erro padrão da média, nas três aplicações do teste. A comparação entre estes três conjuntos de escores foi realizada pelo teste de Friedmann (Siegel, 1975), detectando diferenças estatisticamente significativas em nível de significância de 0,3%. Para localizar as diferenças utilizou-se o teste de Kruskal Wallis (Siegel, 1975), que mostrou que o progresso dos alunos apresentado entre o pré-teste e o pós-1 (primeiro pós-teste) é significativo no nível 0,5%, sendo maior ainda na comparação entre o pré e o pós-2 (segundo pós-teste), com nível de significância de 0,07%. Entretanto, a diferença entre os dois pós-testes tem nível de significância de 18%, o que indica grande chance de ter ocorrido por acaso.

Adicionalmente aplicou-se o teste de Kruskal Wallis com todos os alunos que responderam a cada par de aplicações do questionário (portanto envolvendo mais de 9 alunos em cada comparação). Os resultados são qualitativamente os mesmos: diferença

entre pós1 e pré (nível de significância de 1,3%), pós-2 e pré (nível de significância de 1,5%) e entre pós-2 e pós-1 sem diferença estatisticamente significativa (nível de significância de 41%).

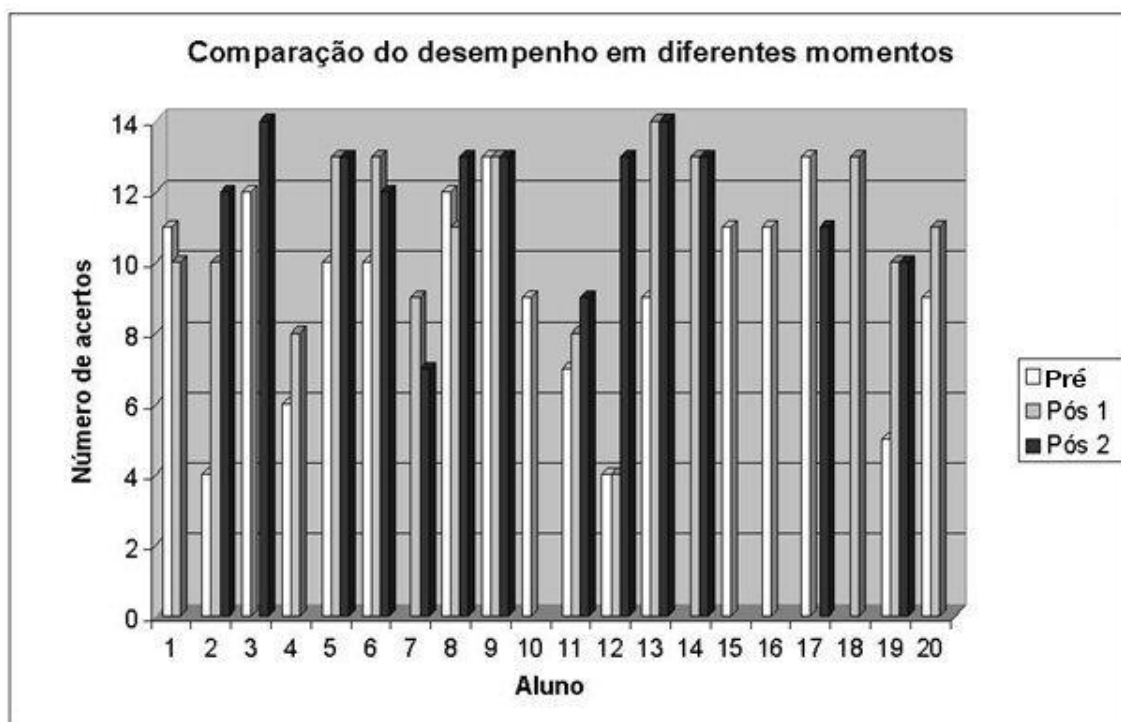


Figura 3: Comparação entre o desempenho dos alunos na versão 2 do teste, com quatorze questões, aplicado em três momentos diferentes: antes da aula sobre Fases da Lua e Eclipses (pré-teste); após a aula sobre Fases da Lua e Eclipses (pós-1) e dois meses depois (pós-2).

Por completude, ilustramos, na Figura 5, a porcentagem de acertos por questão em cada etapa dessa avaliação (pré-teste, pós-1 e pós-2). Abstemo-nos de comentar sobre as diferenças observadas por questão porque estas não têm significado estatístico devido ao pequeno número de respondentes em cada etapa (17, 15 e 13, respectivamente). Apenas o aumento geral no número de acertos pode ser considerado real.

3.3 Desempenho de um número maior de alunos na última versão do teste

A última versão do teste foi aplicada a quatro turmas diurnas e duas noturnas de Fis02010 nos semestres de 2008/2 e 2009/1, totalizando 85 respondentes. Os professores da disciplina não foram os mesmos para as diferentes turmas, e os testes foram aplicados antes ou depois da aula sobre fases da Lua, mas sempre antes da prova da primeira área.

O gráfico na Figura 6 mostra o número de acertos por questão nessa amostra de alunos. Nesta figura está representado na abscissa o número da questão correspondente à versão 3 do teste, com quinze questões.

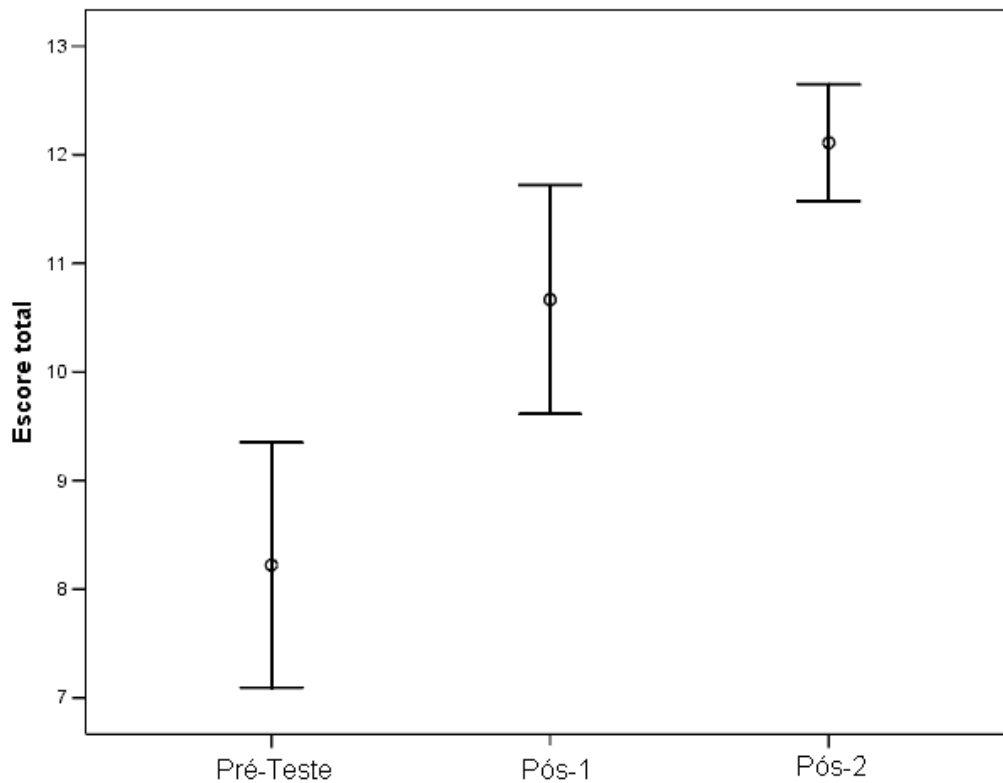


Figura 4: Médias do total de acertos nas quatorze questões e barras de erro nas três aplicações da versão 2 do teste, computando apenas os 9 alunos que responderam ao questionário nas 3 vezes.

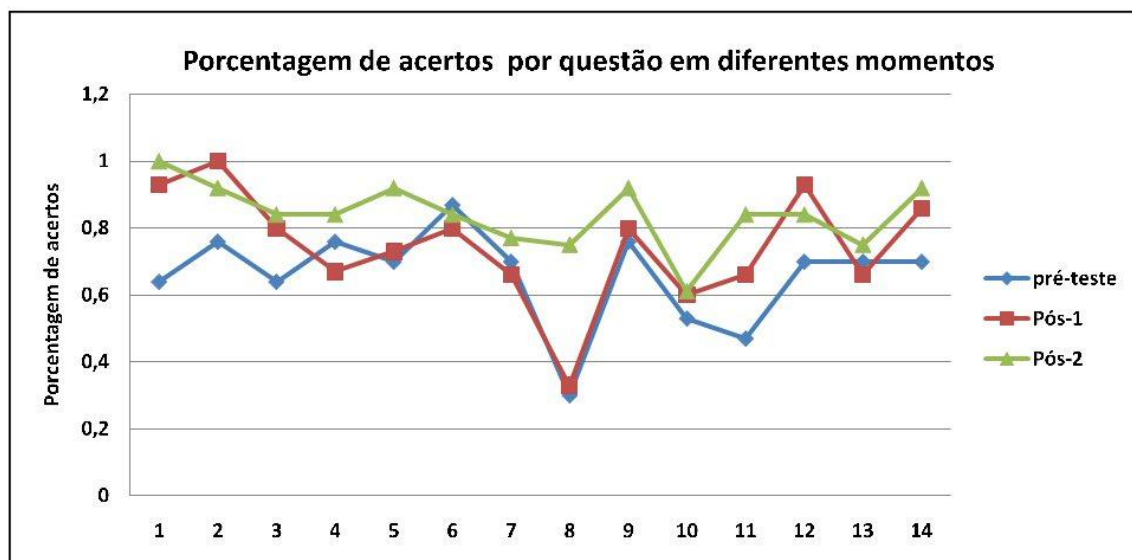


Figura 5: Porcentagem de acertos por questão nas três aplicações da versão 2 do teste, computando todos os alunos presentes em cada momento.

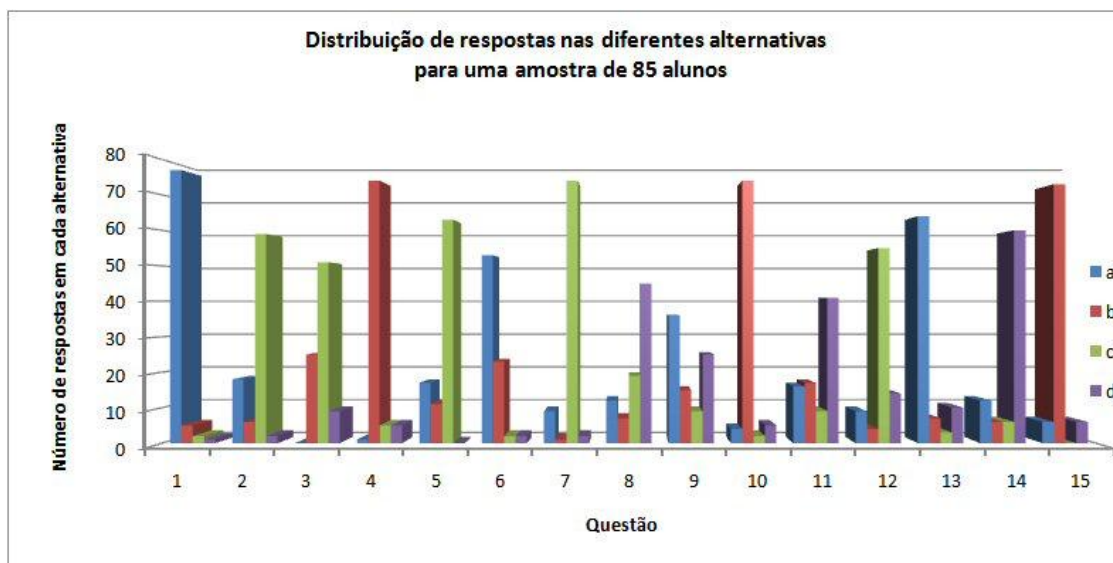


Figura 6. Distribuição de respostas para uma amostra de 85 alunos que responderam à terceira versão do teste. Na abscissa está representando o número da questão correspondente a essa versão; as legendas a, b, c, d, referem-se às alternativas de cada questão. Na ordenada está o número total de marcações (resposta escolhida) em cada alternativa. Em todas as questões, a alternativa correta obteve o número maior de marcações, correspondendo às barras mais altas.

A análise de consistência interna das 15 questões resultou em um coeficiente alfa de Cronbach, para o escore total, de 0,62, sendo este um coeficiente razoável. Apenas uma questão (a questão 9) apresentou coeficiente de correlação item-total baixo, isto é, se fosse eliminada do teste, determinaria um pequeno incremento no coeficiente alfa. Essa é mesma questão que apresentou desempenho decrescente (possivelmente em decorrência de mera flutuação estatística) a cada nova versão do teste, cf. comentado ao final da seção 3.1. Dado a validade de conteúdo do teste, resolvemos mantê-la nesta análise, mas ela deve ser revisada para aplicações futuras do teste.

Os resultados mostram que 90% dos alunos compreendem bem vários aspectos conceituais sobre as fases da Lua, tais como: a relação entre o lado que vemos iluminado da Lua e a direção do Sol no céu (questão 1), a frequência com que acontece determinada fase (questões 4 e 10), a causa do eclipse solar (questão 7) e a causa de vermos sempre a mesma face da Lua (questão 15). A causa da Lua Nova (questão 3) é explicada corretamente por 59% dos estudantes, sendo que 30% dos que erraram a questão optaram pela “explicação do eclipse” (alternativa b).

As questões em que eles tiveram pior desempenho (52%, 40% e 48% de acertos nas questões 8, 9 e 11, respectivamente) dizem respeito à relação entre a fase da Lua e a sua localização no céu em determinada hora, refletindo a falta de compreensão sobre o movimento da Lua no céu. Alguns alunos confessaram não terem nem idéia sobre em que lado do céu a Lua nasce, deficiência que é apresentada por 35% dos estudantes, de acordo com o número de acerto nas questão 12, que se refere unicamente a esse tópico.

A dificuldade de relacionar a fase da Lua com a hora e a posição no céu em que ela se encontra parece não ser facilmente sanada mesmo com o auxílio da observação: Mullholand & Ginns (2008) relatam que, embora esperassem que os estudantes entendessem melhor esse conceito após a observação, apenas 25% deles souberam dizer, no pós-teste, em que fase a Lua está quando ela nasce ao pôr do Sol. Esses autores concluem que o tempo dedicado à observação não foi suficiente para identificar

todos os padrões do ciclo, e/ou que as observações foram feitas de forma mecânica, sem prestar atenção na busca de padrões.

Pedrochi & Neves (2005) também constataram que muitos estudantes não conseguiram explicar as fases da Lua mesmo após a observação, dando preferência a respostas memorizadas em vez de respostas baseadas no que observaram.

É interessante observar que os estudantes por nós questionados, muitos deles tendo respondido ao questionário como pré-teste, tiveram um desempenho superior ao que os estudantes universitários americanos e professores australianos que participaram do LPCI tiveram no pós-teste: comparando as porcentagens médias de acertos em todas as questões semelhantes em nosso questionário e no LPCI, nosso resultado é 69%, comparado com 36% no pré e 49% no pós para a versão norte do LPCI (LINDELL & OLSON, 2006) e 32% no pré e 52% no pós na versão sul do LPCI (MULHOLLAND & GINNS, 2008).

Uma questão em que os estudantes de Física se saíram especialmente melhor do que o encontrado em outros estudos é a que aborda a rotação da Lua: um levantamento de concepções alternativas realizado por Zeilik *et al.* (1998), com 251 estudantes universitários de um curso de Astronomia Introdutória para não cientistas, apontou a questão relacionada à rotação sincronizada da Lua como de mais baixo desempenho tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Resultado parecido foi encontrado por Trumper (2000), para 76 estudantes universitários de diferentes áreas. Da mesma forma, um grupo de 35 professores de ensino básico que responderam à versão 2 do presente teste entre 2007 e 2008 no planetário da UFRGS (SARAIVA & STEFFANI 2009) apresentou o pior desempenho nessa questão (18% de acertos). Por outro lado, Scarinci & Pacca (2006) relatam que, em sua experiência com crianças de 5.a série do ensino fundamental, ao fazerem um teste oral após um curso de ciências, todos os alunos explicaram corretamente a razão do lado oculto da Lua.

4. Sumário e Conclusões

Apresentamos o desenvolvimento de um teste sobre fases da Lua e sua aplicação em estudantes de graduação em Física.

Constatamos que as maiores dificuldades enfrentadas na formulação de testes “objetivos” se referem a formular a questão de maneira a não deixar dúvidas sobre o que, exatamente, se está querendo avaliar.

Algumas questões tiveram que ser reformuladas várias vezes até considerarmos que ficaram suficientemente claras. 3 questões tiveram um aumento significativo no percentual de acertos relacionado à reformulação da pergunta. As perguntas sobre a frequência com que acontece determinada fase e a fase em que a Lua está quando apresenta determinada forma, estão entre as mais difíceis de elaborar de maneira a detectar a real concepção do estudante.

Também é preciso tomar muito cuidado para não pressupor conhecimentos prévios que sejam necessários para o entendimento da questão; o baixo percentual de acertos apresentados nas duas primeiras versões da questão relacionando o lado iluminado da Lua com a direção do Sol provavelmente foi originado pelo desconhecimento sobre os pontos cardeais, e não sobre o que realmente gostaríamos de ter questionado. A constatação da baixa familiaridade dos estudantes com a orientação através das direções dos pontos cardeais foi uma surpresa.

Em uma turma em que o teste foi aplicado em três momentos - antes da aula sobre o Fases da Lua e Eclipses, dois dias depois da aula e 1 mês depois da prova envolvendo esse assunto – o resultado da segunda e da terceira aplicação foi sensivelmente melhor em relação à primeira, indicando que os estudantes melhoraram sua compreensão sobre fases da Lua após o estudo, e que conservaram essa melhora pelo menos durante os três meses que separaram a primeira e a última aplicação.

De acordo com os dados obtidos na aplicação da última versão do teste, com 85 respondentes, confirmamos os resultados de outros estudos de que as maiores dificuldades em relação às fases da Lua dizem respeito a identificar a hora e a localização no céu em que a Lua aparece em determinada fase. No entanto, em média, nossos resultados são melhores do que os encontrados em outros estudos: comparando as percentagens médias de acertos em todas as questões semelhantes em nosso questionário e no LPCI, nosso resultado é superior em 20 pontos percentuais ao obtido em pós-teste na versão norte do LPCI (LINDELL & OLSON 2006) e superior em 17 pontos percentuais ao obtido em pós-teste na versão sul do LPCI (MULHOLLAND & GINNS, 2008); em particular, a causa de a Lua apresentar sempre a mesma face, uma questão com baixíssimo índice de acertos em dois levantamentos com estudantes universitários de diferentes áreas (ZEILIK *et al.*, 1998; TRUMPER, 2000), é bem entendida pela grande maioria dos estudantes de Física por nós questionados.

A questão em que os alunos apresentaram maior dificuldade (a questão 9 da versão no Apêndice) apresentou baixo índice de correlação item-total, e deve ser revisada antes de futuras aplicações do teste

5. Referências

BAO, L.; REDISH, E. F. Model analysis: Representing and assessing the dynamics of student learning. **Physical Review Special Topics – Physics Education Research** 2, 010103, 2006.

BARNETT, M.; MORRAN, J. Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 8, p. 859-879, 2002.

BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 11, n. 5, p. 502-513, 1989.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.

GANGUI, A.; IGLESIAS, M.C.; QUINTEROS, C. Indagación llevada a cabo con docentes de primaria en formación sobre temas básicos de Astronomía. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 9, n. 2, p. 467-486, 2010.

IACHEL, G. ; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. . Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 5, p. 25-37, 2008.

KAVANAGH, C.; AGAN, L.; SNEIDER, C. Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers, **Astronomy Education Review**, v. 4, p.19-52, 2005.

LINDELL, R.; OLSEN, J.P. Developing the Lunar Phases Concept Inventory. In: FRANKLIN, S., MARX, J., CUMMINGS, K. (Ed.) **Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference**, New York: PERC Publishing, 2002.

Disponível em: <http://piggy.cis.rit.edu/franklin/perc2002/Lindell.pdf>. Último acesso em 4 de abril de 2008.

MULHOLLAND, J.; GINNS, I. 2008. College MOON Project Australia: Preservice teachers learning about the Moon's phases. **Research in Science Education**. Springer, v. 38, n. 3, p. 385-399, 2008.

PARKER, J.; HEYWOOD, D. The Earth and beyond: developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 503-520, 1998.

PEDROCHI F.; NEVES, M.C.D. Concepções astronômicas de estudantes de ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 4, n. 2, 2005.

SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: Um exemplo em mecânica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 187-194, 1992.

SARAIVA, M.F.; STEFFANI, M.H. University students and school teachers understanding of Moon phases. In: INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION, Abstract Book XXVII General Assembly IAU, 2009. p. 433-433, 2009. Disponível em: <http://www.astronomy2009.com.br/AbsBookXXVIIga09.pdf>.

SCARINCI, A; PACCA, J. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89 - 99, 2006.

PARKER, J.; HEYWOOD, D. The Earth and beyond: developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 503-520, 1998.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

STAHLY, L.; KROCKOVER, G.; SHEPARDSON, D. Third grade students' ideas about the Lunar Phases. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 2, p. 159-177, 1999.

TREVISAN , R.H.; PUZZO, D. Fases da Lua e Eclipses: Concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5.a série do ensino fundamental. In: BATISTA, I. et al. (Coord.) X ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Londrina, 2006. Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2006. Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/x/atas/resumos/T0179-1.pdf

TRUMPER, R. University students' conception of basic astronomy concepts. *Physics Education*, v. 35, I. 1, p. 9-15, 2000.

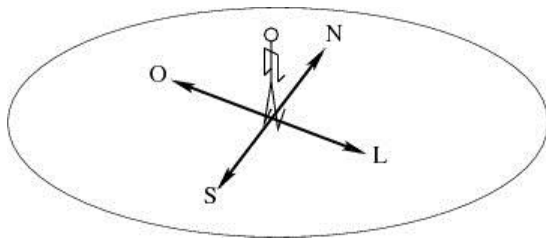
TRUNDLE, K; ATWOOD, R.; CHRISTOPHER, J., Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, c.39, i.7, p. 633-658, 2002.

ZEILIK M.; SCHAU, C.; MALTERN, N. Misconceptions and their change in university-level Astronomy courses. **The Physics Teacher**, v. 36, p. 104-107, 1998.

Apêndice:

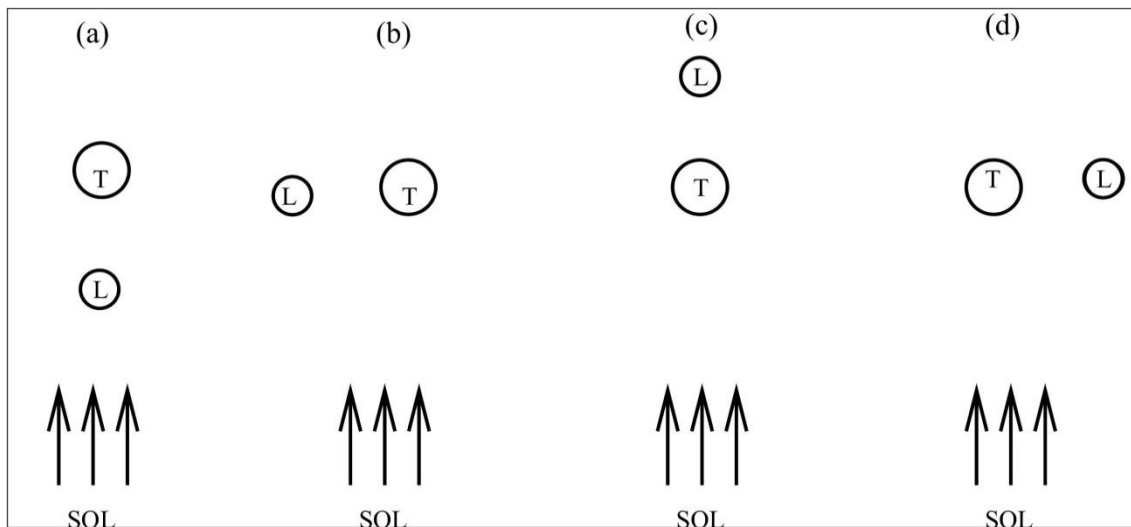
Questionário sobre Fases da Lua

- 1) A primeira figura abaixo mostra a orientação dos pontos cardeais no horizonte e uma pessoa voltada para a direção norte. Imagine que essa pessoa está vendo a Lua bem alta no céu à sua frente, e que a Lua aparece como na foto ao lado



Nesse mesmo instante o Sol está

- para o oeste.
 - para o leste.
 - para o norte.
 - para o sul.
- 2) Qual das seguintes orientações do sistema Terra-Lua em relação aos raios solares corresponde à Lua Cheia?



- 3) A Lua Nova acontece quando nenhuma porção da face iluminada da Lua é visível para um observador na Terra. Isso acontece porque
- a) a Lua está coberta pela sombra do Sol.
 - b) a Lua está coberta pela sombra da Terra.
 - c) a Lua está entre o Sol e a Terra.
 - d) a Terra está entre o Sol e a Lua.
- 4) Qual a frequência com que acontece a Lua Nova?
- a) Uma vez por semana.
 - b) Uma vez por mês.
 - c) Uma vez a cada duas semanas.
 - d) Sete vezes por mês.
- 5) Quanto tempo, aproximadamente, a Lua leva para completar uma órbita em torno da Terra?
- a) Um dia.
 - b) Uma semana.
 - c) Um mês.
 - d) Um ano.
- 6) Para acontecer um eclipse lunar, a Lua deve estar na fase
- a) Cheia.
 - b) Nova.
 - c) Quarto Crescente.
 - d) Quarto Minguante.
- 7) Quando acontece um eclipse solar,
- a) a Terra está entre o Sol e a Lua.
 - b) o Sol está entre a Lua e a Terra.
 - c) o Sol fica coberto pela Lua.
 - d) o Sol fica na sombra da Terra

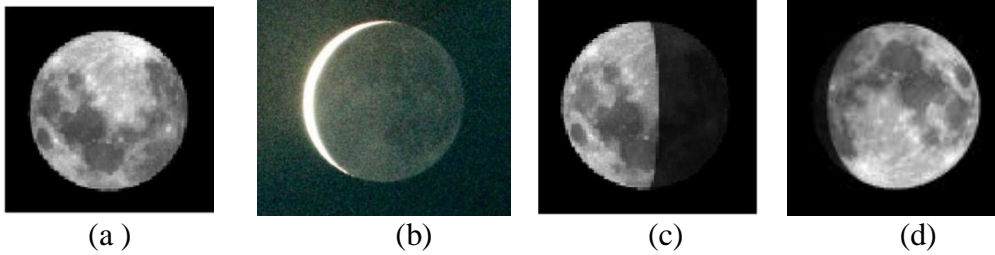
- 8) Certo dia, no início da noite, você enxerga a Lua pouco acima do horizonte onde ela logo vai se pôr, e ela está com uma forma parecida com a da figura abaixo. Em que direção do horizonte você está olhando para ver a Lua?



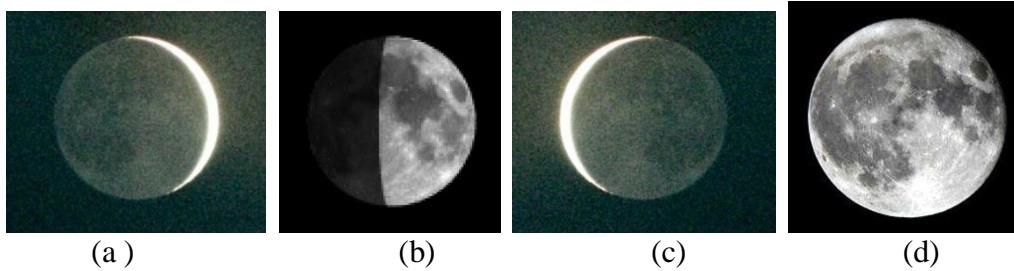
- a) Norte.
b) Sul.
c) Leste.
d) Oeste.
- 9) Em relação à questão anterior, qual a fase da Lua?
- a) Entre Nova e Quarto Crescente.
b) Entre Quarto Crescente e Cheia.
c) Entre Cheia e Quarto Minguante.
d) Entre Quarto Minguante e Nova.
- 10) Quanto tempo vai se passar até a Lua mostrar essa mesma aparência novamente?
- a) Um dia.
b) Um mês.
c) Uma semana.
d) Duas semanas.
- 11) Uma certa madrugada, pouco antes do nascer do Sol, você observa a Lua que acabou de nascer. Quanto de sua face visível estará iluminada?
- a) Toda.
b) Mais da metade.
c) Exatamente metade.
d) Menos da metade.
- 12) Em que direção você está olhando para ver a Lua nascer?
- a) Para o norte.
b) Para o sul.

- c) Para o leste.
- d) Para o oeste.

13) Se você observa a Lua Cheia nascendo ao anoitecer, qual das figuras abaixo melhor representa a aparência que a Lua terá à meia-noite do mesmo dia?



14) Nesse mesmo dia, qual das figuras abaixo melhor representa a forma como um morador de Nova Iorque verá a Lua quando for meia-noite naquela cidade?



15) Da Terra vemos sempre a mesma face da Lua porque

- a) a Lua não tem rotação em torno do próprio eixo
- b) a Lua gira em torno do próprio eixo no mesmo tempo em que gira em torno da Terra.
- c) a Lua gira em torno do próprio eixo no dobro do tempo em que gira em torno da Terra.
- d) a Lua gira em torno da Terra num tempo muito menor do que o tempo que a Terra leva para girar torno do Sol.

ASTROFÍSICA ESCOLAR: JUGANDO CON DATOS OBSERVACIONALES

Hugo D. Navone^{1 2}
Miriam Scancich^{1 2 3}
Rubén A. Vázquez^{4 5}

Resumen: La utilización de registros observacionales en el diseño de secuencias didácticas en Astrofísica Escolar no es algo usual en el ámbito de la escuela media. Tampoco lo es el abordaje de temáticas desde el contexto que provee Naturaleza de la Ciencia. A estas carencias se le suma la falta de propuestas que hagan intervenir a la computadora como un laboratorio desde el cual se interpela a la naturaleza. Los aspectos mencionados exponen la existencia de un desajuste entre ciencia escolar y ciencia experta estableciendo la necesidad de elaborar proyectos educativos sencillos que promuevan el diálogo interdisciplinar entre ambos campos del conocimiento. Partiendo de estos presupuestos, en este trabajo se presenta la reformulación escolar del problema abordado por Hubble -que diera lugar al diagrama que lleva su nombre- y se exploran las principales dimensiones educativas que emergen del mismo. La propuesta está destinada a alumnos del último año de nivel medio y primeros años de la universidad, y a estudiantes y profesores de Institutos de Formación Docente. Las puestas en práctica realizadas muestran que la propuesta es viable, que moviliza inquietudes en torno a temáticas de Astrofísica y que se fortalece al adquirir un carácter lúdico y cooperativo.

Palabras clave: Diagrama de Hubble. Modelos observacionales. Ciencia Escolar y Ciencia Experta. Naturaleza de la Ciencia.

ASTROFÍSICA ESCOLAR: BRINCANDO COM DADOS OBSERVACIONAIS

Resumo: A utilização de registros observacionais na construção de seqüências didáticas em Astrofísica Escolar não é algo usual no ensino médio. Tampouco o é uma abordagem de temáticas dentro do contexto da Natureza da Ciência. Agrega-se a estas carências a falta de propostas que estimulem a utilização do computador como um laboratório para estudar a natureza. Os aspectos mencionados expõem a existência de um desajuste entre ciência escolar e ciência avançada, estabelecendo a necessidade de elaborar projetos educativos simples que promovam o diálogo interdisciplinar entre ambos campos do conhecimento. Partindo destes pressupostos, este trabalho apresenta a reformulação escolar do problema abordado por Hubble –a relação entre *redshift* e distância das galáxias- e se exploram as principais dimensões educativas que emergem do mesmo. A proposta está destinada a alunos do último ano do nível médio, primeiros anos do curso superior e a estudantes e professores de Institutos de Formação Docente. As atividades práticas realizadas mostram que a proposta é viável, que mobiliza inquietudes em torno da temática e da Astrofísica e que se fortalece ao adquirir um caráter lúdico e cooperativo.

Palavras-chave: Diagrama de Hubble. Modelos observacionais. Ciência escolar e ciência avançada. Natureza da Ciência.

ASTROPHYSICS IN SCHOOLS: PLAYING WITH OBSERVATIONAL DATA

Abstract: The use of observational records in the design of teaching sequences in Astrophysics in High Schools is quite uncommon. It is also uncommon the thematic approach within the context provided by Nature of Science. Besides these shortcomings, we should also consider the lack of proposals to use the

¹ Instituto de Física de Rosario (CONICET-UNR) <navone@ifir-conicet.gov.ar>

² Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (Universidad Nacional de Rosario, Argentina) <scancich@fceia.unr.edu.ar>

³ Escuela N° 8240, Rosario (Provincia de Santa Fe, Argentina)

⁴ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)

<rvazquez@fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar>

⁵ Instituto de Astrofísica de La Plata (CONICET-UNLP)

computer as a laboratory from which nature is studied. These aspects expose the existence of a disconnection between school science and scientist's science, establishing the need for simple educational projects that promote interdisciplinary dialogue between the two fields of knowledge. Based on these assumptions, this paper presents the school reformulation of the redshift-distance problem as addressed by Hubble in his diagram, and explores the main educational dimensions emerging from it. The proposal is directed not only for senior students of high school and/or early 1st year students at University level, but also for students and teachers from teacher training colleges. Practical evidence shows that this proposal is viable, mobilizes interests about issues of Astrophysics and promotes a ludic and cooperative character among students.

Keywords: Hubble Diagram. Observational models. School Science vs Scientist's Science. Nature of Science.

1. Introducción y estado de situación

Los libros de texto son el reflejo de la ciencia y de la didáctica de la época (CORNEJO, 2006), impregnan las prácticas, organizan las experiencias de los alumnos y de los docentes y establecen tipos de interacción con una enorme fuerza legal (LITWIN, 1997).

Partiendo de estos presupuestos teóricos y basados en una muestra de textos de Ciencias Naturales y Física propuestos para el nivel medio en Argentina, en trabajos anteriores se concluyó que las actividades de carácter observacional no están muy presentes en el abordaje de temas de Astrofísica Escolar (NAVONE *et al.*, 2009).

Continuando en esta línea de análisis, también es posible afirmar que el uso de registros observacionales para la construcción de modelos de diversa naturaleza tampoco es común en la escuela secundaria, aun teniendo en cuenta la amplia disponibilidad de bases de datos y de documentos de libre acceso.

La muestra seleccionada para la realización del presente estudio abarca las siguientes obras escolares: Galoni (2001), Rubinstein (2003), Miguel & Naddeo (2007), Ferrari *et al.* (2008), Aristegui *et al.* (2002, 2005a, 2005b), Rubinstein & Tignanelli (2004), Mautino & Mensio (2001), Díaz *et al.* (2010), González *et al.* (2009), Miguel (2000), Lemarchand *et al.* (2001), Maiztegui & Sábato (1997, 1999), Abellán *et al.* (2005), Bazán & Nisenholc (2010), Consoni *et al.* (2010), Berler *et al.* (2009), Franco *et al.* (2008, 2002), Cerdeira *et al.* (2001), Majas *et al.* (2010), Rela & Sztrajman (1999, 2004), Gaisman (2007), Barderi *et al.* (2006, 2007) y Alberico *et al.* (2001). Cada una de ellas, y en su propio estilo, muestra abordajes interesantes que pueden resultar muy útiles en el diseño de secuencias didácticas específicas; adquiriendo, en este sentido, un carácter complementario a todas las demás.

Si bien en este artículo no se realiza un análisis exhaustivo de las obras escolares que integran la muestra de referencia, hemos tratado de realizar una caracterización general de las mismas en relación a la presencia de contenidos de Astronomía, con especial interés en aquellas que abordan el origen y evolución del Universo.

Varios de los textos analizados no presentan contenidos de Astronomía, lo hacen muy brevemente o bien recurren a los mismos como complementos para el desarrollo de diversas temáticas. Tratando de no ser demasiados taxativos al respecto, en esta primera categoría podríamos incluir a las siguientes obras: Majas *et al.* (2010), Rela & Sztrajman (2004), Abellán *et al.* (2005), Galoni (2001), Rubinstein (2003), Miguel & Naddeo (2007), Ferrari *et al.* (2008), Aristegui *et al.* (2005a), Rubinstein & Tignanelli

(2004), Díaz *et al.* (2010), Barderi *et al.* (2007), Alberico *et al.* (2001) y Maiztegui & Sábato (1997, 1999).

Siguiendo con nuestro estudio, es posible distinguir otro subconjunto en donde aparecen capítulos específicos destinados a tópicos de Astronomía, abarcando el origen y evolución del Universo (teoría del *Big Bang* y expansión del Universo). Los siguientes libros pueden ser integrados en esta segunda categoría: González *et al.* (2009), Miguel (2000), Mautino & Mensio (2001), Bazán & Nisenholc (2010), Consoni *et al.* (2010) y Gaisman (2007).

Finalmente, es posible construir un tercer agrupamiento de obras en donde los capítulos destinados a Astrofísica contienen referencias explícitas a las mediciones realizadas por E. Hubble como sustento observacional de la expansión del Universo y de la teoría del *Big Bang*; algunas de las cuales presentan el diagrama de Hubble que diera origen a la ley que lleva su nombre. Los textos que pueden ser incluidos en esta última categoría de análisis son: Lemarchand *et al.* (2001), Berler *et al.* (2009), Franco *et al.* (2008, 2002), Cerdeira *et al.* (2001), Rela & Sztrajman (1999), Barderi *et al.* (2006) y Aristegui *et al.* (2005b, 2002).

Sin embargo, a pesar de su importancia temática y de la disponibilidad de recursos existentes para explorarla, en estos textos no se propone explícitamente la “problematización” (GAMA & HENRIQUE, 2010) escolar de la propia obra de Hubble, partiendo del contexto histórico en donde se desarrolló, trabajando con los propios registros observacionales usados por este investigador, indagando posibles relaciones en la búsqueda de un modelo y explotando las diversas dimensiones educativas que naturalmente emergen de esta tarea. No obstante, es importante destacar que en BERLER *et al.* (2009) existe una propuesta de trabajo breve sobre la Ley de Hubble como una de las actividades finales del capítulo sobre el origen y la evolución del universo, siendo una referencia a tener en cuenta por su carácter sintético y motivador.

Entonces, partiendo del análisis realizado, en este artículo se propone la reconstrucción escolar del diagrama de Hubble a partir de la velocidad de recesión de un conjunto de galaxias y de las distancias a las que se encuentran -rememorando en parte lo realizado por este investigador- como núcleo articulador de un proyecto educativo en Astrofísica.

Esta propuesta es interesante y conceptualmente muy rica, ya que trata acerca de la reproducción -en versión escolar- de parte de una investigación cuyos resultados fueron impactantes para el desarrollo de la Astrofísica, permite indagar acerca de cómo se constituye el campo científico y sus formas de producción simbólica (BOURDIEU, 2008), cómo se construye el conocimiento científico, cómo se lo difunde y cómo se lo valida, posibilitando múltiples abordajes que ponen en juego variados aspectos de Naturaleza de la Ciencia (ADÚRIZ-BRAVO, 2006; HENRIQUE *et al.*, 2010; NAVONE *et al.*, 2009b).

El dispositivo elaborado ilustra una metodología de trabajo de carácter escolar que hace hincapié en los aspectos observacionales de la construcción del conocimiento científico en Astrofísica, poniendo particular interés en el desarrollo de modelos a partir de los datos.

En principio, el proyecto educativo expuesto en este artículo está dirigido a alumnos del último año del nivel medio y primeros años de la Universidad, y a estudiantes y profesores de Institutos de Formación Docente; sin descartar su posible adecuación en otros niveles, instancias y modalidades educativas.

Finalmente, es importante destacar que en todo momento se asume que la secuencia didáctica propuesta no se establece rígidamente ni se cierra en torno a lo expuesto; muy por el contrario, es este un proyecto abierto que deja en manos de los participantes la indagación, la profundización y la recreación del mismo en base a las características del sistema didáctico específico en el que se interviene y desarrolla la acción educativa, puesto que la investigación forma parte de la propia naturaleza de la práctica docente (FREIRE, 2005).

2. Una propuesta didáctica posible

Una de las dimensiones más relevantes que caracterizan al trabajo en ciencia escolar es su aspecto narrativo (WOLOVELSKY, 2006), el cual se sustenta en una multiplicidad de lenguajes y de recursos a los que se acude permanentemente para poner de manifiesto las características fundamentales de esta empresa humana. En este sentido, es posible afirmar que los docentes de ciencias se enfrentan ante la tarea cotidiana de narrar la ciencia en la lengua de todos los días (CHARPAK, 2006).

El proyecto educativo que se expone en este artículo recurre a este aspecto de la ciencia escolar y propone la elaboración de un guión estructurado en torno al trabajo de E. Hubble (HUBBLE, 1929), dando lugar a una secuencia didáctica cuyos principales aspectos se resumen a continuación.

En primer lugar, se propone explorar el contexto histórico que se vivía a comienzos del siglo XX y cómo las observaciones astronómicas a la par de las nuevas teorías de la Física –relatividad especial (1905) y relatividad general (1915)- daban lugar a numerosos cuestionamientos y debates. Es la época en donde se instalan grandes telescopios y se comienzan a calibrar nuevos métodos para determinar distancias en Astronomía, a la vez que se producen complejos desarrollos teóricos; todo esto como preludio de los acontecimientos científicos de la década de 1920 en donde nuestra concepción del Universo cambiaría drásticamente (GANGUI, 2005; LIGHTMAN, 1997; GREENE, 2006; HENRIQUE *et al.*, 2010).

Es posible sintetizar brevemente los aspectos fundamentales del contexto histórico en una serie de eventos que se narran convenientemente a los efectos de situar a los participantes ante los principales debates y reflexiones de la época. Sin pretensiones de completitud, consideramos que los nodos más relevantes de la secuencia histórica que precede al trabajo de Hubble de 1929 pueden ser los siguientes: [1] Slipher (1912) utiliza el “corrimiento espectroscópico” para calcular la velocidad a la que se acerca la entonces “nebulosa espiral” de Andrómeda; [2] se desarrollan y articulan técnicas para medir distancias astronómicas: método de la paralaje, métodos espectroscópicos y relación período-luminosidad de Cefeidas; [3] se combinan los trabajos de H. Leavitt (1912) y de Shapley (1917) para posibilitar la calibración del método de las Cefeidas y así poder calcular distancias; [4] se asiste a ponencias encontradas entre Shapley y Curtis (1920) acerca de la “forma” del universo, la naturaleza de las “nebulosas espirales” y la ubicación del Sol en el contexto de los dos posicionamientos; [5] Hubble determina la distancia a Andrómeda (1924); (LIGHTMAN, 1997; GANGUI, 2005; HAWKING, 2006; GREENE, 2006; HAWKING, 1988; ABRAMSON, 2010; SAGAN, 1982; SHAPLEY, 1921; CURTIS, 1921; WEINBERG, 1993).

El relato en torno a los puntos señalados permite situar a los participantes en el contexto histórico en el cual Hubble se hallaba inmerso. El siguiente paso de la secuencia consiste en presentar una tabla de datos con valores de velocidades de recesión y de distancias a galaxias extraídos del trabajo en donde Hubble presenta su célebre diagrama (HUBBLE, 1929) con el propósito explícito de extraer información a partir de los mismos.

En este punto, la clase se divide en grupos para favorecer el diálogo y la colaboración. En cada uno de ellos se trabaja con los datos, se analiza el significado de las magnitudes involucradas y de sus unidades, y se les propone que exploren qué pueden hacer con ellos. Se trata de situar a los participantes ante un desafío de carácter lúdico y cooperativo, en donde cada uno de ellos “juega” el rol de ser Hubble frente a los datos.

Con oportunas intervenciones del docente-facilitador se pasa de la tabla de datos a su representación gráfica y, en este momento, se le propone a los grupos que traten de “sintetizar” de alguna manera la información representada por los datos, es decir, que intenten preguntarse si los datos nos dicen algo más que sus propios valores dispersos; esto es, si es posible trazar una relación entre ellos dando lugar a un proceso de modelización (SADOVSKY, 2005).

Surge, entonces, la idea de trazar una recta que pase “entre” los datos, abstrayendo de esta manera la información que los mismos sugieren. Emerge aquí el primer modelo, que hace uso del lenguaje gráfico y que rápidamente pasa a ser expresado en lenguaje matemático.

La próxima etapa consiste en dialogar acerca de si es posible usar herramientas más potentes para obtener la ley que subyace en los datos, dando lugar al uso de TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en la construcción de un modelo de carácter computacional, esto es, usando lenguajes computacionales. Se proponen diferentes herramientas en torno al cálculo de una regresión lineal por mínimos cuadrados teniendo en cuenta las características del grupo en donde este dispositivo se desarrolla: 1) si se ha llegado al concepto de derivada, es posible presentar el cálculo de los coeficientes de ajuste usando mínimos cuadrados y luego programarlo en algún lenguaje formal adecuado para el nivel medio; LOGO es una buena elección en este sentido (NAVONE & TURNER, 2008); 2) si estos conceptos no están presentes se puede recurrir a algún programa de graficación que tenga la posibilidad de realizar un ajuste por mínimos cuadrados –como GNUPLOT (disponible en: www.gnuplot.info, Febrero 2011)- o bien a una planilla de cálculos; 3) finalmente, también es posible usar algún programa de geometría dinámica como GEOGEBRA (disponible en: www.geogebra.org, Febrero 2011).

Sobre esta etapa de la secuencia didáctica resulta interesante detenerse un momento para analizar algunas obras escolares de Matemática para el nivel secundario a los efectos de verificar si se proponen los recursos conceptuales necesarios como para presentar y explorar el concepto de ajuste por mínimos cuadrados. Así encontramos que en la obra de Itzcovich & Novembre (ITZCOVICH & NOVEMBRE, 2006) se aborda el cálculo de derivadas y se trabaja con las “reglas de derivación”, la “regla de la cadena”, la determinación de extremos de funciones y se plantean problemas sencillos de optimización. En la obra de Abdala *et al.* (ABDALA *et al.*, 2006) se dan aún más elementos para el abordaje de esta temática puesto que en el capítulo destinado a estadística los autores presentan el concepto de correlación, definen el coeficiente de correlación lineal, presentan la recta de regresión lineal para ajustar un conjunto de

datos, mencionan el método de cuadrados mínimos y explicitan el cálculo de los coeficientes de la recta de regresión, aunque sin presentar cómo se obtienen los mismos. Proponen ejercicios al respecto e introducen el cálculo de la recta de regresión usando una “calculadora científica”. Finalmente, también recurren al uso de una planilla de cálculo para obtener el modelo lineal que mejor ajusta a un conjunto de datos y el correspondiente coeficiente de correlación, explicitando todos los pasos necesarios para poder hacerlo.

Si bien no se ha realizado un análisis exhaustivo de las obras de Matemática propuestas para el nivel secundario, a partir de los ejemplos citados anteriormente es posible concluir que la propuesta didáctica que se presenta en este artículo puede ser profundizada articulando recursos conceptuales de Astrofísica, Matemática e Informática, siempre y cuando las condiciones educativas específicas del sistema didáctico en el que se pretende implementarla permitan hacerlo.

Una vez obtenido el modelo utilizando alguna de las estrategias mencionadas anteriormente, se presenta el artículo de Hubble (HUBBLE, 1929) en donde se enfatizan algunos párrafos de interés educativo que ponen en evidencia todo lo trabajado hasta el momento, se destaca la tabla desde donde se extrajo el conjunto de datos utilizado, se muestra el diagrama obtenido y se discuten algunas observaciones y comentarios realizados por el autor.

Nuevamente, entran en juego una serie de factores que movilizan inquietudes: el inglés como lenguaje de las ciencias, la obtención de un modelo observacional y su expresión matemática, el impacto de la tecnología sobre el trabajo de los investigadores, el carácter provisional del conocimiento científico, el *paper* y su rol en el proceso de construcción del conocimiento científico, el sistema de arbitraje de los artículos científicos, los medios en donde los investigadores dan a conocer sus resultados (revistas y reuniones), entre otros temas que genera el propio interés de los participantes.

Los resultados de Hubble se contextualizan ahora teniendo en cuenta los avances realizados en el campo teórico destacando nuevamente el carácter observacional (empírico) de los resultados obtenidos. Los eventos históricos que se pueden tomar como referencia para hacer esta correspondencia entre modelos observacionales y teoría pueden ser: [1] los resultados obtenidos por Friedman en donde se describe la posibilidad de un Universo dinámico a partir de la Teoría General de la Relatividad (1922, 1924) y [2] el modelo teórico propuesto por Lemaître (1927) que explicaría las observaciones de Hubble y su ley de expansión (HAWKING, 2006; GANGUI, 2005; LIGHTMAN, 1997).

En esta etapa es posible recurrir a modelos y analogías a los efectos de mostrar el significado del diagrama obtenido por Hubble. Para ello se utilizan actividades propuestas por otros autores tales como: [1] “visualizar” la expansión del Universo superponiendo transparencias que contienen un conjunto de puntos al azar -haciendo coincidir algún punto de referencia- en donde una de ellas sufrió una pequeña ampliación; [2] producir el movimiento de marcas –que corresponden a galaxias- al estirar una banda elástica y [3] representar galaxias sobre la superficie de un globo e inflarlo para observar el movimiento relativo (MORENO, 2010).

Finalmente, la secuencia concluye dialogando acerca de la constante de Hubble, el valor obtenido por el autor y los valores actuales aceptados, las diferencias entre ambos y las razones de tales discrepancias, así como el significado cosmológico de este parámetro, siempre en términos de ciencia escolar y pensando a estos contenidos como

elementos que enriquecen el mundo simbólico de los participantes, que invitan a la reflexión promoviendo inquietudes y movilizando vocaciones (REID & HODSON, 1993; FOUREZ, 2005).

Resulta interesante destacar que esta propuesta puede ser profundizada aún más mediante la utilización de bases de datos de carácter público desde donde es posible obtener registros de velocidades y distancias a galaxias a los efectos de re-calcular el diagrama de Hubble. Tal es la actividad propuesta en la sección “Proyectos” del *SkyServer* usando datos del *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS, 2005). Continuando en esta línea de análisis, la secuencia didáctica también puede ser enriquecida utilizando conceptos que requieren un mayor nivel de abstracción, tal como -por ejemplo- proponen Brescansin de Amôres & Guerra Aleman (2009) (citado en Henrique *et al.*, 2010).

La exposición de este proyecto escolar ha tratado de ser lo más amplia posible, explorando múltiples dimensiones educativas sin entrar en especificidades ni detalles de carácter técnico. Las razones para la utilización de este criterio se sustentan en la necesidad de que sean los propios docentes quienes recreen el dispositivo que se presenta, explorando un trayecto propio en el contexto del sistema didáctico en el que se desenvuelven (CHEVALLARD, 2009). En este sentido, es posible afirmar que la propuesta dista mucho de ser una receta, es más bien un bosquejo que permite re-crear una multiplicidad de variantes teniendo en cuenta factores de carácter educativo específico cuyo análisis escapa a los alcances del presente estudio. No obstante, durante el desarrollo de este artículo hemos tratado de brindar numerosas referencias que abarcan desde artículos científicos, trabajos de investigación en didáctica de las ciencias y textos escolares hasta obras de divulgación científica, sitios en internet y *software* educativo, todo ello con el propósito de facilitar la implementación en diversos escenarios.

En cuanto al tiempo de desarrollo de la propuesta -sólo a título indicativo y lejos de ser categóricos al respecto en virtud de lo expuesto anteriormente- estimamos que los principales aspectos de la secuencia didáctica podrían ser articulados en 2 o 3 clases de 2 horas de duración cada una.

3. Puesta en práctica y resultados obtenidos

La propuesta que relatamos ha sido implementada adecuándola a los objetivos educativos específicos de cada grupo destino. Por las razones expuestas anteriormente, no han sido puestos en práctica todos los aspectos que potencialmente incluye; sin embargo, nos ha sido posible extraer conclusiones de carácter general que revelan el impacto de la misma en los participantes.

Los grupos destinatarios han sido estudiantes del último año del nivel medio en el contexto de la asignatura Física y estudiantes universitarios del segundo año de Licenciatura en Física en el marco de un Taller de Introducción a la Física Computacional.

En ambas experiencias se trabajó cooperativamente tomando los principales aspectos de la secuencia didáctica descrita anteriormente. La propuesta reveló en todos los grupos un interés por la ciencia en general, y por la Astronomía, en particular.

El relato del contexto histórico en donde se desarrolla el trabajo de Hubble - adecuado para cada caso en particular- resultó un ingrediente muy interesante a la hora de ponerse en el lugar del astrónomo y trabajar con los datos.

Los registros observacionales operaron como disparadores de una serie de interrogantes: específicos, en relación a los objetos, conceptos y magnitudes involucradas; y también generales, ya que dotaron de significado al trabajo del investigador generando una serie de inquietudes en torno al tipo de labor que realizan los científicos. Emergió fuertemente el papel de los instrumentos relacionado con el carácter provisional del conocimiento científico, así como también el rol de los *papers* en la comunicación y validación de resultados por parte de la comunidad científica.

También fue posible dialogar acerca de la relación entre modelos empíricos y teoría, y acerca de cómo los dos acercamientos se realimentan continuamente (ADÚRIZ-BRAVO & IZQUIERDO-AYMERICH, 2009).

En el nivel universitario, la actividad de modelización fue profundizada llegando a implementar el ajuste de datos por mínimos cuadrados, diseñando y codificando el algoritmo en un lenguaje formal de alto nivel.

En la experiencia desarrollada en el nivel medio, se trabajó con el concepto de ajuste a partir de la modelización gráfica sobre los datos y extrayendo la recta de mejor ajuste “a ojo”, para luego pasar a describir el método de ajuste por mínimos cuadrados. Se reflexionó acerca del concepto de modelo en general y de modelo observacional en particular; hecho que permitió introducir la problemática de errores e incertezas en las mediciones y el carácter estadístico subyacente.

La actividad, en general, llamó la atención de los alumnos al colocarlos en el rol de investigadores. En este sentido, resultó de particular interés el trabajo con el *paper* de Hubble puesto que puso a los participantes ante una fuente original de conocimiento científico, mostrando a su vez la provisionalidad de los resultados contenidos en la misma.

Si bien la experiencia fue altamente positiva, creemos que la misma necesita de un mayor tiempo de trabajo a los efectos de poder resolver con mayor tranquilidad las inquietudes que surgen y profundizarlas para dar lugar a otros interrogantes. Más allá de las limitaciones del tiempo escolar, es necesario repensar el rol del docente como habilitador de otros tiempos que puedan transponer el trabajo específico de aula. En este sentido, la propuesta es muy adecuada para ser abordada en talleres extraescolares y en actividades relacionadas con ferias de ciencia escolares, entre otras posibilidades.

En ambos grupos se trabajó sobre el significado cosmológico de la constante de Hubble, se discutió acerca del valor obtenido por el mencionado autor en su trabajo y se exploraron los valores aceptados actualmente. La relación conceptual entre la Ley de Hubble y la teoría del *Big Bang* emergió a partir del diálogo grupal facilitado por las oportunas intervenciones del docente.

4. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado el diseño de un proyecto escolar estructurado en torno al diagrama de Hubble publicado en su conocido artículo de 1929. Se han destacado las principales dimensiones educativas que, a nuestro criterio, pueden ser exploradas a través de este dispositivo. Se han bosquejado las etapas de una posible

secuencia didáctica, y se han presentado criterios y referencias de trabajo que permiten su implementación, enriquecimiento y re-creación en diversos contextos educativos.

La propuesta explora conceptos de Naturaleza de la Ciencia al establecerse desde un contexto histórico, al reflexionar acerca del conocimiento establecido y de los cambios que se produjeron en la imagen del Universo en las primeras décadas del siglo pasado y al utilizar una fuente primaria -el *paper* de Hubble y los datos que en él se reportan- como recurso para su implementación y para la discusión acerca del proceso de construcción del conocimiento científico, su validación por parte de una comunidad de especialistas, su difusión y su carácter provisional.

Cumple en presentar el rol de los datos observacionales en la construcción de modelos y en el sustento de teorías, posibilita que los participantes “jueguen” con los registros al representar el papel de investigadores ante un enigma por resolver y pone de manifiesto cómo intervienen métodos y tecnologías en la medición de las magnitudes intervinientes. En particular, sitúa a los participantes ante la complejidad que implica la medición de velocidades y de distancias en Astrofísica.

Sumado a todo lo expuesto, este dispositivo también se constituye en un ejemplo escolar sencillo acerca de cómo intervienen las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en el tratamiento de datos observacionales y en la construcción de modelos.

La propuesta es de carácter transversal e interdisciplinar, ya que compromete a diversas áreas del conocimiento: Astronomía-Astrofísica, Física, Matemática, Estadística, Informática, Filosofía, Historia e Inglés; es de carácter amplio, quedando deliberadamente en manos de los docentes su adecuación para ser implementada en los sistemas didácticos y contextos educativos específicos en donde desarrollan su tarea.

A partir de los resultados obtenidos en su puesta en práctica podemos decir que cumple en despertar inquietudes y vocaciones, produce un acercamiento entre ciencia escolar y ciencia experta, entusiasmo por su carácter lúdico frente a los datos y al juego de roles subyacente, cumple en interpelar los métodos de trabajo de los investigadores y de la ciencia al evidenciar su carácter provisional y, a veces, erróneo, mostrando que se trata de una empresa humana sujeta a permanentes cambios y transformaciones; hace surgir temáticas de diversa naturaleza que no estaban presentes en el diseño original pero que dan lugar a la realización de posibles trabajos de indagación y de exploración posteriores, con múltiples derivaciones.

Finalmente, creemos que la propuesta logra establecer pautas generales y coordinadas de trabajo específicas para la elaboración de un guión a ser escrito, narrado y protagonizado por todos los participantes, pasando a formar parte de un posible bagaje de recursos para la acción educativa en el campo de la ciencia escolar.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Hugo Hortiguera (Spanish Studies School of Languages and Linguistics, Griffith University, Australia) por sus valiosas contribuciones en la redacción de este trabajo.

6. Referencias

ABDALA, C. *et al.* (2006). **Nueva carpeta de Matemática IV** (1° de Polimodal y su equivalente en el nuevo sistema de Educación Secundaria). Buenos Aires: Aique.

ABELLÁN, M. K. *et al.* (2005). **Ciencias Naturales 8**. Buenos Aires: Tinta Fresca.

ABRAMSON, G. (2010). **Viaje a las estrellas: de cómo (y con qué) los hombres midieron el universo**. Buenos Aires: Siglo XXI.

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias REIEC**, año 4, 1, pp. 40-49. Disponible en: <<http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar/numero-especial>>. Acceso en: Febrero 2011.

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2006). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. Disponible en: <<http://www.educared.edu.pe/modulo/upload/130077622.pdf>>. Acceso en: Febrero 2011.

ALBERICO, P. *et al.* (2001). **Ciencias Naturales y Tecnología 8° EGB**. Buenos Aires: Aique.

ARISTEGUI, R. A. *et al.* (2005a). **Física I**. Buenos Aires: Santillana.

ARISTEGUI, R. A. *et al.* (2005b). **Física II**. Buenos Aires: Santillana.

ARISTEGUI, R. A. *et al.* (2002). **Ciencias Naturales 9**. Buenos Aires: Santillana.

BARDERI, M. G. *et al.* (2006). **Ciencias Naturales 9**. Buenos Aires: Santillana.

BARDERI, M. G. *et al.* (2007). **Ciencias Naturales 8**. Buenos Aires: Santillana.

BAZÁN, M. D.; NISENHOLC, R. (2010). **Ciencias Naturales 9**. Buenos Aires: Tinta Fresca.

BERLER, V. *et al.* (2009). **Ciencias Naturales 9**. Buenos Aires: Estrada.

BOURDIEU, P. (2008). **Los usos sociales de la ciencia**. Buenos Aires: Nueva Visión.

BRESCANSIN DE AMÔRES, E.; GUERRA ALEMAN, I. (2009). Redshift e Lei de Hubble. Disponible en: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/hubble.pdf>>. Acceso en: Febrero de 2011.

CERDEIRA, S. *et al.* (2001). **Ciencias Naturales y Tecnología 9° EGB**. Buenos Aires: Aique.

CHARPAK, G.; LÉNA, P.; QUÉRÉ, Y. (2006). **Los niños y la ciencia**. Buenos Aires: Siglo XXI.

CHEVALLARD, Y. (2009). **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique.

CONSONI, S. N. *et al.* (2010). **Ciencias Naturales 8**. Buenos Aires: Estrada.

CORNEJO, J. N. (2006). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): Un análisis de los textos. **Enseñanza de las Ciencias** 24 (3), pp. 357-370.

CURTIS, H. (1921). Dimensiones y estructura de la Galaxia. **Bulletin of the National Research Council** Vol. 2, Part 3, May, 1921, Number 11, pp 171-217. Traducción: R. A. Vázquez. Disponible en: <<http://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~egiorgi/cumulos/historica/debate/grandebate.pdf>>. Acceso en: Febrero 2011.

DÍAZ, G. *et al.* (2010). **Física**. Buenos Aires: Santillana.

FERRARI, A. *et al.* (2008). **Ciencias Naturales 8**. Buenos Aires: Santillana.

FRANCO, R.; BARDERI, M. G.; TADDEI, F. P. (2002). **Ciencias Naturales 8**. Buenos Aires: Santillana.

FRANCO, R. *et al.* (2008). **Ciencias Naturales 9**. Buenos Aires: Santillana.

FREIRE, P. (2005). **Pedagogía de la autonomía**. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

FOUREZ, G. (2005). **Alfabetización científica y tecnológica**. Buenos Aires: Colihue.

GAISMAN, M. T *et al.* (2007). **Física**. Buenos Aires: Santillana.

GALONI, H. A. (2001). **Física**. Buenos Aires: Sainte Claire.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. (2010). Astronomía na sala de aula: por quê?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA** 9, p. 7-15, 2010.

GANGUI, A. (2005). **El Big Bang: La génesis de nuestra cosmología actual**. Buenos Aires: EUDEBA.

GREENE, B. (2006). **El tejido del cosmos**. Barcelona: Crítica.

GONZÁLEZ, A. N.; LULIANI, L.; MUÑOZ, J. C. (2009). **Física**. Buenos Aires: Tinta Fresca.

HAWKING, S. W. (2006). **Brevísima historia del tiempo**. Barcelona: Crítica.

HAWKING, S. W. (1988). **Historia del tiempo**. Buenos Aires: Grijalbo.

HENRIQUE, A. B.; FLÓRIO, V.; L'ASTORINA, B. (2010). Discussões sobre Natureza da Ciência em um curso sobre a História da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA** 9, p. 17-31, 2010.

HUBBLE, E. (1929). A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA** 15, 3, pp. 168-173. Disponible en: <<http://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~egiorgi/cumulos/historica/publicaciones/hubble3.pdf>>. Acceso en: Febrero de 2011.

ITZCOVICH, H.; NOVIEMBRE, A. (2006). **Matemática 3** (Polimodal). Buenos Aires: Tinta Fresca (2006).

LIGHTMAN, A. (1997). **Luz antigua: nuestra cambiante visión del universo**. Santiago de Chile: Andrés Bello.

- LEMARCHAND, G. A. *et al.* (2001). **Física**. Buenos Aires: Puerto de Palos.
- LITWIN, E. (1997). **Las configuraciones didácticas**. Buenos Aires: Paidós.
- MAJAS, F. *et al.* (2010). **Física**. Buenos Aires: Ediciones SM.
- MAIZTEGUI A.; SÁBATO, J. (1999). **Física I**. Buenos Aires: Kapeluz.
- MAIZTEGUI A.; SÁBATO, J. (1997). **Física II**. Buenos Aires: Kapeluz.
- MAUTINO, J. M., MENSIO, A. A. (2001). **Física 8**. Buenos Aires: Stella.
- MIGUEL, H. (2000). **El universo de la física**. Buenos Aires: CCC Educando.
- MIGUEL, C. R.; NADDEO, J. M. (2007). **Física I**. Buenos Aires: GZ.
- MORENO, R. (2010). Expansión del Universo. **I Curso Internacional de Didáctica de la Astronomía para Nivel Secundario**, NASE (Network for Astronomy School Education), Rosario, Argentina, 2010. Disponible en: <[http://www.iaucomm46.org/web_nase/Talleres/Expansion del Universo.pdf](http://www.iaucomm46.org/web_nase/Talleres/Expansion%20del%20Universo.pdf)>. Acceso en: Febrero de 2011.
- NAVONE, H. D. *et al.* (2009a). Astrofísica escolar: estrategias de enseñanza-aprendizaje para el nivel medio. **Revista de Enseñanza de la Física** 22, 1, pp. 57-70.
- NAVONE, H. D. *et al.* (2009b). Astrofísica y Naturaleza de la Ciencia: Estrategias de intersección didáctica. En: Gómez, M. *et al.* (Eds.). **Actas del WORKSHOP DE DIFUSIÓN Y ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA**. Córdoba: Asociación Argentina de Astronomía, 2009. Disponible en: <http://www.astronomiaargentina.org.ar/archivos/actas_de_workshops/wdea.pdf>. Acceso en: Febrero 2011.
- NAVONE, H. D.; TURNER, P. A. (2008). Física computacional en el nivel medio: ¿una asignatura pendiente? **Revista de Enseñanza de la Física** 21, 2, pp. 61-74.
- REID, D. J.; HODSON, D. (1993). **Ciencia para todos en secundaria**. Madrid: nancea.
- RELA, A.; SZTRAJMAN, J. (2004). **Física I**. Buenos Aires: Aique.
- RELA, A.; SZTRAJMAN, J. (1999). **Física II**. Buenos Aires: Aique.
- RUBINSTEIN, J.; TIGNANELLI, H. (2004). **Física I**. Buenos Aires: Estrada.
- RUBINSTEIN, J. (2003). **Aprender Física**. Buenos Aires: Lugar.
- SADOVSKY, P. (2005). **Enseñar Matemática hoy**. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- SAGAN, C. (1982). **Cosmos**. Barcelona: Planeta.
- SDSS (2005). El diagrama de Hubble. **Sloan Digital Sky Survey (SDSS)**. Disponible en: <<http://cas.sdss.org/dr5/sp/proj/advanced/hubble/>>. Acceso en: Febrero 2011.

SHAPLEY, H. (1921). Evolución de la idea del tamaño galáctico. **Bulletin of the National Research Council** Vol. 2, Part 3, May, 1921, Number 11, pp 171-217. Traducción: R. A. Vázquez. Disponible en: <http://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~egiorgi/cumulos/historica/debate/grandebate.pdf>. Acceso en: Febrero 2011.

WOLOVELSKY, E. (2006). **Maestros: narradores de la ciencia**. Buenos Aires: noeduc.

WEINBERG, S. (1993). **Los tres primeros minutos del universo**. Barcelona: Salvat.