

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.