

EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DE ASTRONOMIA NO DECORRER DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Luiz Marcelo Darroz¹
Cleci Werner da Rosa²
Álvaro Becker da Rosa³
Carlos Ariel Samudio Pèrez⁴

Resumo: Embora a astronomia seja considerada uma das ciências mais antigas da humanidade e ainda que a compreensão de seus conceitos tenha trazido enormes avanços para a Ciência e, conseqüentemente, para a sociedade, observa-se que uma parcela significativa de pessoas encontra-se à margem desses conhecimentos. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para a Educação Básica, cabe à escola a difusão dos conceitos cientificamente corretos, entre eles os relacionados à área de astronomia. Pertinente a essa questão, apresenta-se uma pesquisa realizada com 140 estudantes do nono ano do ensino fundamental e com 120 estudantes da terceira série do ensino médio de quatro escolas da região de Passo Fundo/RS. Buscou-se averiguar, por meio de um questionário composto de questões abertas e de múltipla escolha, o conhecimento desse grupo de estudantes acerca de termos e fenômenos astronômicos básicos e, também, verificar se o índice de acertos cresce à medida que eles avançam nas diferentes e gradativas séries dos ensinos fundamental e médio. De modo geral, os resultados apresentados demonstram que o ensino de astronomia na educação básica enfrenta deficiências. Das 20 questões investigadas, em 17 os índices de acertos são semelhantes nas respostas dadas por estudantes de nível fundamental e médio, revelando que muitas concepções equivocadas permanecem ao longo da educação básica. Isso evidencia que tais temas não são – ou são pouco – abordados durante esses dois níveis de escolarização. Assim, conclui-se que a discussão dos conceitos relacionados com a astronomia deve receber maior ênfase na abordagem dos diferentes conteúdos, sendo necessária uma ação nacional em prol do seu ensino. Acredita-se que essa ação nacional deve estar apoiada em um pilar triplo de atores coletivos: comunidade científica, comunidade astronômica semiprofissional e comunidade escolar. Por fim, esse pilar seria a base para futuras discussões relacionadas à atuação dessas instâncias como meio de promover mudanças ativistas na estrutura curricular, proporcionando, mais efetivamente, a educação em astronomia no ensino básico.

Palavras-Chave: Ensino de Astronomia; Ensino de Ciências; Astronomia.

LA EVOLUCIÓN DE LOS CONCEPTOS DE ASTRONOMÍA DURANTE LA EDUCACIÓN BÁSICA

Resumen: Si bien la astronomía es considerada una de las ciencias más antiguas de la humanidad y aunque la comprensión de sus conceptos haya traído enormes avances para la ciencia y, conseqüentemente, para la sociedad, se observa que una parte significativa de personas se encuentran al margen de estos conocimientos. De acuerdo con los Parâmetros Curriculares Nacionales para la Educación Básica, corresponde a la escuela la difusión de los conceptos científicamente correctos, entre ellos los relacionados al área de astronomía. Sobre esta cuestión, se presenta una investigación realizada con 140 estudiantes del noveno año de la enseñanza fundamental y con 120 estudiantes del tercer año de la enseñanza de nivel medio de cuatro escuelas de la región de Passo Fundo/RS. Se pretendía averiguar, por medio de un cuestionario compuesto de preguntas abiertas y de opción múltiple, el conocimiento de este grupo de alumnos sobre términos y fenómenos astronómicos básicos y, también, si el índice de

¹ Universidade de Passo Fundo. UPF. <ldarroz@upf.br>.

² Universidade de Passo Fundo. UPF.<cwerner@upf.br>.

³ Universidade de Passo Fundo. UPF.<alvaro@upf.br>.

⁴ Universidade de Passo Fundo. UPF. <samudio@upf.br>.

aciertos crece en la medida que los alumnos avanzan a los diferentes y sucesivos años de la enseñanza fundamental y media. De modo general, los resultados demuestran que la enseñanza de astronomía en la educación básica muestra deficiencias. De los 20 asuntos investigados, 17 revelan índices de aciertos semejantes en las respuestas dadas por los estudiantes de nivel básico y medio, mostrando que muchas concepciones equivocadas permanecen a lo largo de la educación básica. Esto hace evidente que estos temas no son – o son poco – abordados durante esos niveles de escolarización. Así, puede concluirse que la discusión de los conceptos relacionados a la astronomía debe recibir un mayor énfasis en cuanto al abordaje de los diferentes contenidos, siendo necesaria una acción nacional en pro de su enseñanza. Es necesario destacar que esa acción nacional debe estar apoyada en un pilar triple de actores colectivos: comunidad científica, comunidad de astronomía semi profesional y la comunidad escolar. En fin, ese pilar sería la base para futuras discusiones relacionadas a la actuación de esas instancias como vía para promover cambios en la estructura curricular, proporcionando más efectivamente, la educación en astronomía en la enseñanza de nivel básico.

Palabras clave: Enseñanza de Astronomía; Enseñanza de ciencias; Astronomía.

EVOLUTION OF THE ASTRONOMY CONCEPTS ALONG BASIC EDUCATION CYCLE

Abstract: Although astronomy is considered one of the older sciences of humanity and that the understanding of its concepts has brought tremendous advances to Science and therefore, to society, it is observed that a significant portion of people live outside of this kind of knowledge. According to the *Parâmetros Curriculares Nacionais* for basic education, it is the school responsibility the dissemination of scientifically correct concepts, including those related to astronomy. Concerning this issue, we present a survey of 140 students of ninth grade of elementary school and 120 third-grade high-school students from four schools in the region of Passo Fundo/RS. We sought to determine, through a questionnaire consisting of open and multiple choice questions, the knowledge of this group of students about the basic terms and astronomical phenomena, and also verify that the hit rate increases as they advance through the different and progressive grades of primary and secondary education. Overall, the results show that the teaching of astronomy in basic education is facing problems. Of the 20 issues investigated, in 17 the indicators are similar in the correct answers given by students for elementary and middle school, revealing that many misconceptions still remain along basic education. This demonstrates that such issues are not - or are rarely - covered during these two school levels. Thus, we conclude that the discussion of concepts related to astronomy should receive greater emphasis on approaching different subjects, requiring a national action in support of their teaching. It is believed that a national action should be supported by a triple pillar of collective actors: the scientific community, semi-professional astronomy community and the school community. Finally, this pillar would be the basis for future discussions related to the performance of these protagonists as a means to promote active changes in the curricular structure, providing, in more effective ways, the learning of astronomy in basic education.

Keywords: Teaching of Astronomy; Teaching of Science; Astronomy.

1. Introdução

Desde a mais remota Antiguidade, a astronomia vem despertando a curiosidade humana. O fascínio pelo céu tem levado o homem a observá-lo, a estabelecer teorias e a adquirir conhecimentos sobre o universo. Para muitas civilizações antigas, esses conhecimentos auxiliaram a prever efeitos cíclicos dos quais dependiam sua sobrevivência, como determinar a melhor época de plantio e colheita, instituir padrões para a construção de calendários ou estimar o início de uma nova estação do ano e as fases lunares (OLIVEIRA; SARAIVA, 2010). Na época em questão, os assuntos referentes à astronomia costumavam ser vistos de forma supersticiosa, pois esta era

considerada um mundo paralelo, habitado por deuses, monstros e heróis (MATSUURA, 1996).

A construção de ferramentas de observações mais avançadas levou ao fato que, com o passar do tempo, os conhecimentos dessa área aumentassem significativamente. Porém, questões políticas, religiosas e sociais exerceram forte influência sobre a forma de se conceber o céu, em certos casos, valorizando a aquisição de novos conhecimentos e, em outros, impedindo a sua difusão, de acordo com as necessidades e as concepções filosóficas de cada povo. No entanto, foi no final da Idade Média e no início do Renascimento que a astronomia teve um grande avanço. Os trabalhos de Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Isaac Newton, entre outros, transformaram-na em uma das principais molas propulsoras para transformar a visão de mundo (DARROZ; HEINECK; PÉREZ, 2011).

Ainda hoje, o conhecimento astronômico da população se prende a credences populares ou a informações divulgadas pelos meios de comunicação. Diante disso, cabe à escola desempenhar o papel de difusora dos conhecimentos científicos, buscando utilizar os conhecimentos prévios dos estudantes para fomentar a construção de conhecimentos científicos mais adequados.

Para atingir esse objetivo, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1998) recomendam, enfaticamente, o ensino de astronomia e apresentam, para o desenvolvimento de conceitos astronômicos, os seguintes procedimentos e atitudes:

Identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra;

Identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro;

Estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico;

Comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII;

Reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição;

Valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje. (BRASIL, 1998)

Essas recomendações conduzem diversos pesquisadores a se dedicarem ao estudo das concepções relacionadas a fenômenos astronômicos presentes na estrutura cognitiva de estudantes do ensino fundamental. Nardi (1989), em uma investigação realizada por meio de entrevistas clínicas, constatou que estudantes desse nível de ensino apresentam diferentes noções na compreensão da forma da Terra. Além de terem

noções equivocadas a esse respeito, Nardi e Carvalho (1996), em outro estudo, apontam que é comum crianças acreditarem na ausência de gravidade na Lua, devido à falta de atmosfera ao redor do astro. Teodoro e Nardi (2001), por sua vez, relatam, em pesquisa realizada com alunos do ensino fundamental, interpretações inadequadas quanto aos temas de peso de corpos, estrelas, planetas e demais corpos celestes.

Pacca e Scarinci (2006) também descrevem os resultados obtidos em um curso de Ciências da quinta série do ensino fundamental que procurou levar os alunos à compreensão de fenômenos ligados à astronomia. Nesse programa, em que foi utilizada uma metodologia de natureza construtivista, os autores afirmam ter encontrado evolução dos alunos nas metas de aprendizagem, como autonomia, autoconfiança e capacidade de raciocínio e reflexão. Por seu turno, Iachel, Langhi e Scalvi (2008), partindo das dificuldades dos docentes sobre fenômenos relacionados à astronomia, realizaram uma investigação que revelou que as origens de tais lacunas são de ordem pessoal, metodológica, resultado, ainda, da formação, da infraestrutura e da falta de informações. Trumper (2001), em um estudo quantitativo, consultou 378 estudantes entre 10 e 12 anos sobre diversos temas relacionados à astronomia, constatando, ao indagá-los, que as concepções apresentadas são pouco estruturadas e com muitos erros conceituais. De acordo com Rodríguez (2007), em outra pesquisa, o problema está nas concepções dos professores do ensino fundamental. Ele verificou que as falhas nas representações mentais a respeito do universo e nos modelos cosmológicos desses professores devem-se ao fato de uma formação em Ciência que não possibilita ao aluno compor concepções cientificamente válidas de astronomia e seu entorno.

Ao analisar esses estudos, diante da importância da astronomia na sociedade, bem como de sua influência sobre a cultura, o desenvolvimento tecnológico, a economia e o cotidiano do ser humano, percebe-se um fato bastante preocupante: o estudo de Ciências, no decorrer do ensino fundamental, está deixando lacunas conceituais na área de astronomia.

Assim, o ensino médio surge como possibilidade de proporcionar um estudo mais concreto do tema. Os Parâmetros Curriculares Nacionais dessa etapa da educação básica destacam que a Física deve promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem, assumindo uma dimensão tal que explique a queda dos corpos, o movimento da Lua e das estrelas no céu, o arco-íris e, também, os raios laser. Trata-se, portanto, de uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução (BRASIL, 1998). O mesmo documento evidencia, ainda, a importância de se considerar o cotidiano dos estudantes, os fenômenos que fazem parte de seu dia a dia e os problemas que aguçam sua curiosidade, de forma a tornar a aprendizagem significativa.

As orientações educacionais complementares aos PCNs (BRASIL, 2002) apontam o tópico “Universo, Terra e vida” como um dos seis temas estruturadores do ensino de Física. Além disso, destacam a importância de “responder ao interesse” que os jovens já possuem sobre os enigmas do universo, fornecendo subsídios para que possam acompanhar as conquistas espaciais, lidar com modelos de universo e reconhecer as condições básicas para a vida humana.

Nessa perspectiva, apresentam-se, neste trabalho, os resultados de uma pesquisa realizada com estudantes matriculados no nono ano do ensino fundamental e na terceira série do ensino médio. Buscou-se averiguar, por meio de um questionário composto de questões abertas e de múltipla escolha, o conhecimento desse grupo de estudantes quanto a termos e fenômenos astronômicos básicos. Procurou-se identificar, também, se

o índice de acertos cresce à medida que o estudante avança nas diferentes e gradativas séries da educação básica.

2. Os sujeitos da amostra de pesquisa e a metodologia utilizada

A pesquisa foi realizada no início do segundo semestre de 2013 com um grupo de 260 estudantes, dos quais 140 frequentam o nono ano do ensino fundamental e compreendem a faixa etária entre 14 a 17 anos, sendo 52% do sexo masculino. Os 120 estudantes da terceira série do ensino médio participantes da pesquisa estão inseridos na faixa etária de 15 a 19 anos, e 42% são meninas. A amostragem foi escolhida aleatoriamente em quatro escolas da região de Passo Fundo – RS, sendo duas da rede privada e duas da pública. Optou-se por realizar a pesquisa com a mesma amostragem de estudantes das duas redes de ensino.

As escolas que fazem parte da rede pública de ensino possuem, em seus currículos, três períodos semanais, de quarenta e cinco minutos cada, destinados ao estudo da disciplina de Ciências no ensino fundamental e dois períodos, também de quarenta e cinco minutos, reservados ao estudo da Física no ensino médio. Já nas escolas da rede privada de ensino, o tempo destinado ao estudo de Ciências no ensino fundamental e para a Física no ensino médio corresponde, respectivamente, a quatro e três períodos semanais de cinquenta minutos cada. É importante salientar que esses dados servem apenas para contextualização, uma vez que não se pretende efetuar, neste trabalho, a comparação entre as respostas dadas por estudantes das diferentes redes de ensino. O que se busca é identificar se há um crescimento dos conhecimentos de astronomia ao longo da educação básica.

Para atingir esse objetivo, elaborou-se um questionário impresso composto de 20 questões sobre conceitos básicos de astronomia, apresentadas no quadro 1. O instrumento compreende um grupo de quatro questões abertas, em que os estudantes deveriam expressar seus conhecimentos de forma dissertativa, e outro grupo, com dezesseis questões de múltipla escolha, nas quais cada participante escolheria, entre quatro alternativas, aquela que julgava correta.

<p>1. Em sua opinião Astronomia</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>2. A teoria científica mais aceita para a explicação do surgimento Universo é</p> <p>a) a versão bíblica do livro do Gêneses.</p> <p>b) a do <i>Big Bang</i>.</p> <p>c) a do estado estacionário.</p> <p>d) a da unificação das galáxias.</p>
<p>3. Um astro luminoso</p> <p>a) não possui luz própria, como a Lua e a Terra.</p> <p>b) não possui luz própria, como a Lua, a Terra e os demais planetas.</p> <p>c) possui luz própria, como o Sol, a Lua e as estrelas.</p>

d) possui luz própria, como o Sol e as outras estrelas.

4. Um astro iluminado

- a) possui luz própria, como o Sol.
- b) reflete a luz proveniente de um astro luminoso, como as estrelas cadentes.
- c) não possui luz própria, como a Lua, a Terra, as estrelas e os cometas.
- d) não possui luz própria e reflete a luz proveniente de astros luminosos. A Terra e os demais planetas do Sistema Solar são exemplos desse tipo de astro.

5. O que é uma estrela?

.....
.....

6. Represente uma estrela através de um desenho.

7. Uma estrela “nasce” (se forma)

- a) no centro do Universo.
- b) em qualquer lugar do espaço.
- c) no interior de uma nebulosa.
- d) não nasce nem se forma; ela é perpétua.

8. O fim de uma estrela depende

- a) da posição que ocupa no espaço.
- b) de sua massa.
- c) da sua temperatura.
- d) uma estrela não tem fim.

9. Constelação é

- a) um agrupamento de estrelas próximas.
- b) um agrupamento de estrelas de mesmo tamanho.
- c) um agrupamento de estrelas de mesma galáxia.
- d) um agrupamento aparente de estrelas.

10. O Sol é

- a) um asteroide.
- b) um planeta.
- c) uma galáxia.
- d) uma estrela.

11. A Lua é

- a) o único satélite natural do Sistema Solar.
- b) o corpo celeste luminoso mais próximo da Terra.
- c) o maior satélite natural do Sistema Solar.
- d) o corpo celeste mais próximo da Terra.

12. O Sistema Solar é constituído

- a) pelo Sol e pelos oito planetas.
- b) pelo Sol, pelos oito planetas com suas luas e anéis, além dos planetas anões, asteroides e cometas.
- c) pelo Sol, a Terra e a Lua.
- d) pelas estrelas, o Sol, a Terra, os planetas e a Lua.

13. Qual das seguintes sequências está corretamente agrupada em ordem de maior proximidade da Terra?

- a) Estrelas, Lua, Sol, Plutão.
- b) Sol, Lua, Plutão, estrelas.
- c) Lua, Sol, Plutão, estrelas.
- d) Lua, Plutão, Sol, estrelas.

14. A partir de 2006, Plutão passou a ser considerado planeta-anão por

- a) ser muito pequeno.
- b) estar muito longe do Sol.
- c) por não ter a forma esférica.
- d) por não conseguir “limpar” as vizinhanças de sua órbita.

15. As fases da Lua são

- a) nova e cheia.
- b) nova, crescente, cheia e minguante.
- c) crescente e minguante.
- d) os diferentes aspectos que o astro se apresenta para um observador terrestre ao ser iluminado pelos raios solares.

16. As fases da Lua devem-se

- a) à projeção da sombra da Terra na superfície lunar.
- b) ao fato de o astro possuir uma face clara e outra escura.
- c) às diferentes posições ocupadas pela Lua em relação ao Sol e à Terra, à medida que orbita ao redor da Terra.
- d) ao fato de o astro ser um corpo luminoso.

17. A origem da ocorrência das sucessões dos dias deve-se

- a) à inclinação do eixo de rotação terrestre.
- b) ao movimento de rotação da Lua.
- c) ao movimento de rotação terrestre.
- d) ao movimento de rotação e translação terrestre.

18. As estações do ano devem-se

- a) ao fato de o Sol estar mais forte ou mais fraco.
- b) à variação de distâncias entre o Sol e a Terra no decorrer do movimento de translação terrestre.
- c) à inclinação dos raios solares, à área iluminada e à duração de iluminação.
- d) exclusivamente à inclinação do eixo de rotação terrestre.

19. Um eclipse ocorre quando

- a) um corpo entra na sombra de outro.
- b) o Sol entra na sombra da Lua.
- c) o Sol está entre a Lua e a Terra.
- d) o Sol é atingido pela sombra da Terra.

20. O que é uma estrela cadente?

.....
.....

Quadro 1: Questionário aplicado com estudantes do nono ano do ensino fundamental e com estudantes da terceira série do ensino médio.

O questionário foi distribuído para as quatro escolas participantes da pesquisa, que, de acordo com sua organização, os aplicavam, simultaneamente, com os estudantes do nono ano do ensino fundamental e da terceira série do ensino médio, selecionados de maneira aleatória. Foi informado aos estudantes que eles contribuiriam mais com a pesquisa se respondessem às questões individualmente. Como não ocorreram entrevistas com os sujeitos pesquisados, suas concepções sobre os conceitos abordados ficaram registrados apenas nos questionários de papel.

3. Dados obtidos e análise dos resultados

Para interpretação das respostas dadas às questões 1, 5, 6 e 20, utilizou-se a metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 2000), agrupando-se as respostas em categorias por semelhanças e características dos elementos constituintes. Como as categorias para a análise foram construídas com base na leitura das frases escritas pelos estudantes, muitas vezes, fez-se necessário rever os questionários, a fim de identificar os aspectos relevantes e efetuar novas escolhas. Essa retomada torna-se necessária para que a articulação das respostas, que representam partes de uma estrutura, possibilite inferências sobre as formas de pensar dos estudantes.

No que se refere ao modo como definem a astronomia (questão 1), foi possível classificar as respostas em duas categorias: os que a consideram uma ciência que estuda os astros e os que a confundem com a astrologia. Contatou-se que 88% dos estudantes da terceira série do ensino médio e 83% dos estudantes do nono ano do ensino fundamental reconhecem a astronomia como uma ciência destinada ao estudo dos astros. Porém, nenhum estudante conseguiu expressá-la como uma ciência natural que estuda corpos celestes e os fenômenos que se originam fora da atmosfera terrestre, preocupando-se com a evolução, a Física, a Química e o movimento de objetos celestes, bem como com a formação e o desenvolvimento do universo. Evidenciou-se, também, que 12% dos estudantes do ensino médio e 17% do ensino fundamental confundem essa ciência com a astrologia. Embora essas duas áreas possuam o mesmo objeto de discussão, não devem ser interpretadas como equivalentes. A astrologia não é considerada uma ciência e diferencia-se da astronomia por dar ênfase apenas a certo grupo de astros, buscando estabelecer uma relação entre suas posições e deslocamentos no céu e o destino e a conduta moral dos seres humanos.

Na questão 5, buscou-se investigar as concepções dos estudantes sobre as estrelas. Apesar de 10% dos do ensino fundamental e 8% dos do ensino médio não terem respondido à pergunta, várias outras concepções surgiram durante a categorização e a análise dos questionários. Respectivamente, 26% e 23% dos estudantes do ensino fundamental e médio acreditam que as estrelas são planetas. Apesar de tal concepção não ser condizente com o conhecimento da astronomia, é válido ressaltar que, ao observarmos a olho nu, alguns planetas do Sistema Solar (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno), à nossa percepção, assemelham-se às demais estrelas do firmamento. A compreensão de que estrelas são pontos que brilham também se faz presente. Essa noção, que correspondeu à resposta de 15% dos estudantes do ensino fundamental e de 10% dos de ensino médio, é naturalmente gerada pelo sentido da visão, que nos faz

imaginar pequenos pontos “próximos” a Terra, no lugar de esferas imensas e a anos-luz de distância de nosso planeta, quando nos referimos àquelas estrelas, além do Sol. Observou-se, igualmente, a concepção de estrela como um corpo luminoso extenso, resposta dada por 39% dos estudantes do ensino fundamental e 45% dos do ensino médio. Tal percepção aproxima-se muito do conceito de que estrela é uma grande e luminosa esfera de plasma, mantida íntegra pela gravidade e, que ao fim de sua vida, pode conter, também, uma proporção de matéria degenerada. Outros termos relacionados à astronomia aparecem na tentativa de explicar o que seria uma estrela: buraco negro, galáxia, meteoro, asteroide e astro. Isso demonstra que alguns estudantes conhecem o vocabulário pertinente à área, ainda que seu significado esteja confuso.

As respostas dadas à questão 6 foram categorizadas em apenas dois grupos. Além disso, os índices percentuais para cada grupo se assemelham nas respostas dadas pelos estudantes do nono ano do ensino fundamental e da terceira série do ensino médio. O conhecimento relativo ao formato das estrelas mais coerente aos modelos científicos é aquele no qual estas são esféricas. Porém, apenas 19% dos estudantes do ensino médio e 17% dos do ensino fundamental salientaram essa característica em suas representações. A maioria dos sujeitos (81% do fundamental e 80 % do médio) acredita que as estrelas possuem pontas, corroborando a observação de Langhi (2004), quando afirma que os erros conceituais em livros didáticos (que persistiram por alguns anos) favoreceram o surgimento dessa concepção entre os estudantes. Nas palavras do autor, “as aparentes pontas de estrelas são simplesmente um resultado das cintilações que a luz delas sofre ao atravessar a atmosfera terrestre” (LANGHI, 2004).

Estrela cadente, conceito abordado na questão 20, corresponde a corpos rochosos provenientes do espaço que atingem a Terra. Ao entrarem na atmosfera da Terra com velocidade de dezenas de quilômetros por segundo, o atrito com o ar as aquece muito rapidamente e elas, em geral, são incineradas. É, portanto, esse processo que gera o rastro de luz que vemos no céu quando o meteoro mergulha na atmosfera. Esse fenômeno é capaz de apresentar várias cores, a depender da velocidade e da composição do meteoro, podendo ser designado como persistente, se o rastro tiver duração apreciável no tempo, e, ainda, apresentar registro de sons. No entanto, apenas 20% dos estudantes do ensino fundamental e 24 % do ensino médio interpretam-no como meteoro e como a popularmente conhecida estrela cadente. Assim, 70% dos estudantes dos dois níveis o relacionam a estrelas, partes das estrelas ou estrelas mortas que estão se aproximando da Terra.

As demais questões foram analisadas por meio de estatística básica (IEZZI, 1997; BARRETO, 1998; SMOLE; KIYUKAWA, 1998), obtendo-se a seguinte distribuição para as respostas dos estudantes do nono ano do ensino fundamental e do ensino médio:

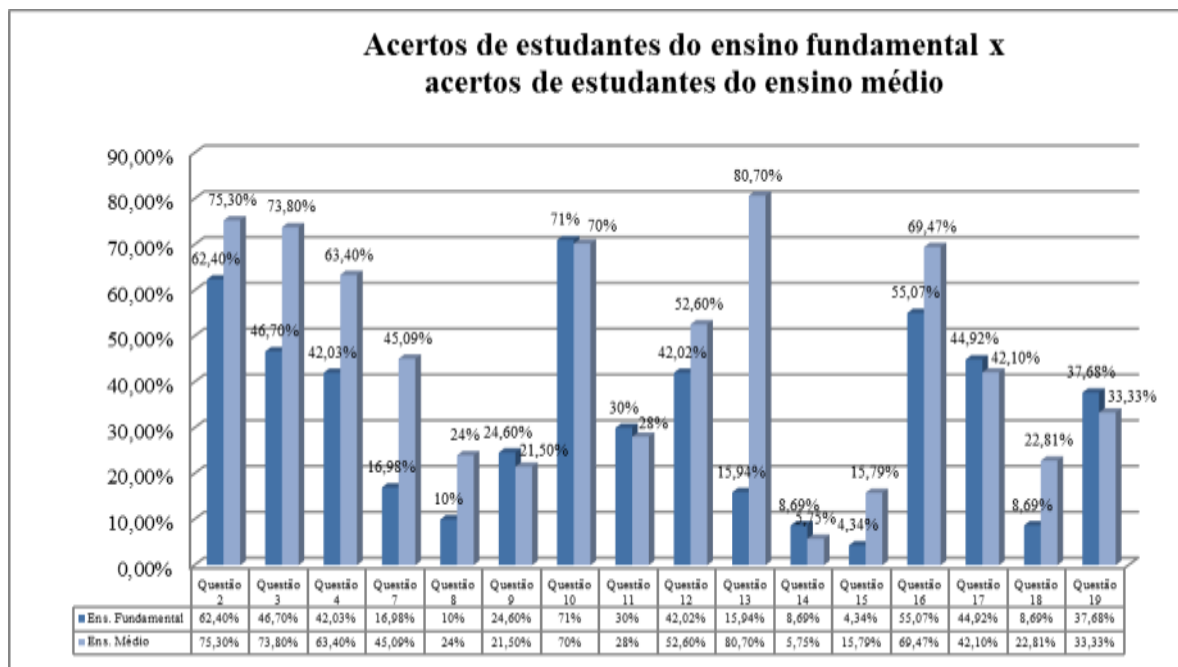


Figura 1: Gráfico da porcentagem por questão respondida por estudantes do nono ano do ensino fundamental e por estudantes do ensino médio.

Observa-se, no gráfico da figura 1, que 62,4 % dos estudantes do nono ano do ensino fundamental consideram a teoria científica do *Big Bang* a mais aceita para a explicação do surgimento do Universo; 46,7% sabem explicar o que é um corpo luminoso, sendo capazes de relacioná-lo às estrelas; e 42,03% reconhecem que o corpo iluminado não possui luz própria e reflete a luz proveniente de astros luminosos, tendo como exemplos a Terra e os demais planetas do Sistema Solar. Nota-se, também, que 16,98% sabem onde nasce uma estrela; 10% relacionam a fase final de uma estrela à massa que esta possui; 43,8% compreendem constelação como um agrupamento de estrelas próximas e, apenas 25,6% definem uma constelação como um agrupamento aparente de estrelas. Acredita-se que tais escores devem-se ao fato que a visão do céu, a olho nu, permite ao observador um entendimento de que uma constelação consiste em um agrupamento de estrelas próximas.

Evidencia-se, ainda, no gráfico, o alto índice de estudantes (70%) que identificam o Sol como uma estrela. No entanto, são igualmente visíveis os baixos índices nas questões seguintes. Apenas 30% conseguem afirmar que a Lua é o corpo celeste mais próximo da Terra; 42,02% atribuem as fases lunares às diferentes posições ocupadas pelo astro em relação ao Sol e a Terra, à medida que orbita ao redor desta; 42,02% compreendem o Sistema Solar como um conjunto de astros formado pelo Sol, pelos oito planetas, com suas luas e anéis, além dos planetas anões, asteroides e cometas; mas apenas 15,94% conseguem relacionar corretamente as sequências de astros em ordem de maior proximidade da Terra. 8,69% acreditam que Plutão deixou de ser considerado um planeta por não conseguir “limpar” as vizinhanças de sua órbita e atribuem a formação das estações do ano à inclinação dos raios solares, à área iluminada e à duração da iluminação. Porém, o índice mais baixo das respostas corresponde ao entendimento do que são as fases da Lua. Somente 4,34% dos estudantes atribuem o fenômeno às diferentes posições que ela ocupa em relação ao Sol e a Terra, à medida

que orbita ao redor desta. Trata-se de um fato curioso, pois 55,07% desse mesmo grupo explicam a ocorrência das fases lunares como sendo os diferentes aspectos sob os quais o astro se apresenta para um observador terrestre, ao ser iluminado pelos raios solares. Ainda, 44,92% sabem explicar a sucessão dos dias, e 37,68% relacionam o fenômeno dos eclipses à projeção da sombra de um astro em outro.

Com base na mesma estatística básica, Iezzi (1997); Barreto (1998) e Smole e Kiyukawa (1998) analisaram-se as respostas dadas pelos estudantes da terceira série do ensino médio.

Verifica-se que, em algumas questões, os índices de respostas corretas dadas pelos estudantes do ensino médio superam, significativamente, os resultados apresentados pelos concluintes do ensino fundamental. Por meio do gráfico da figura 1, nota-se que 75,3% dos estudantes da terceira série do ensino médio relacionam o *Big Bang* com a origem do universo; 73,8% sabem o que é um corpo luminoso; 63,4 % definem corretamente um corpo iluminado; 45,09% sabem que uma estrela nasce no interior de uma nebulosa; 52,6 % afirmam que o Sistema Solar é composto pelo Sol, pelos oito planetas, com suas luas e anéis, além dos planetas anões, asteroides e cometas; 80,7% conseguem relacionar corretamente as sequências de astros em ordem de maior proximidade da Terra; e 69,47% entendem as fases da Lua como sendo as diferentes posições que esta ocupa em relação ao Sol e a Terra, à medida que orbita ao redor desse planeta.

O gráfico da figura 1 mostra, também, que, em determinados conceitos, o índice de acerto das respostas dadas por estudantes da terceira série do ensino médio é equivalente, ou, mesmo, inferior às respostas apresentadas por estudantes do nono ano do ensino fundamental. Apenas 24% dos estudantes de nível médio atribuem a forma da morte de uma estrela à sua massa; 70,2% reconhecem o Sol como uma estrela; 28 % definem a Lua como o corpo celeste mais próximo da Terra; 5,75% afirmam que Plutão deixou de ser planeta por não conseguir “limpar” as vizinhanças de sua órbita; 15,79% compreendem as fases lunares como sendo os diferentes aspectos sob os quais o astro se apresenta para um observador terrestre, ao ser iluminado pelos raios solares; 42,10% sabem explicar a sucessão dos dias; 22,81% reconhecem a inclinação dos raios solares, a área iluminada e a duração de iluminação como fatores que originam as estações do ano; 33,33% conseguem interpretar corretamente o fenômeno dos eclipses e, como ocorreu os resultados apresentados por estudantes do ensino fundamental, 37,3 % compreendem constelação como um agrupamento de estrelas próximas e, apenas 21,5% conceituam constelação com um agrupamento aparente de estrelas.

Esses dados demonstram que várias concepções alternativas para explicações de fenômenos astronômicos persistem ao longo da educação básica. Quanto aos conceitos e temas relacionados às estrelas, as respostas dadas pelos estudantes dos dois níveis evidenciam, ainda, sua dificuldade de compreender corretamente a evolução estelar. Embora a maioria dos entrevistados classifique o Sol como uma estrela, 65% dos estudantes de ensino fundamental respondem que as estrelas são perpétuas e, assim, não apresentam ciclo evolutivo. Acredita-se que isso se deva à complexidade dos conhecimentos envolvidos, tais como pressão térmica, pressão gravitacional, campo de força, elementos químicos, entre outros, abordados com maior ênfase no ensino médio. No entanto, os estudantes desse nível também apresentam dificuldades em explicar o

fim da evolução de uma estrela, haja vista que 31,6% afirmam que elas não morrem e 27,4% associam a sua morte com a temperatura que possuem.

Constatou-se, ainda, através da análise das respostas às questões 9 e 13 que os pesquisados de ambos os níveis não conseguem mensurar as distâncias existentes entre as estrelas; 55,7% dos estudantes do nono ano e 59,8% dos estudantes da terceira série identificam constelações como um agrupamento de estrelas próximas. Tal dado demonstra que a progressão nas séries da educação básica não proporcionou aos estudantes uma evolução conceitualmente correta na compreensão dos fenômenos e termos relacionados ao tema.

Os fenômenos relacionados à Lua, o corpo celeste mais próximo da Terra e o mais brilhante depois do Sol, também não são completamente compreendidos pelos estudantes. As respostas dadas evidenciam a existência de enorme dificuldade por parte deles em classificar esse astro, na medida em que 52,05% dos estudantes de ensino fundamental e 48,4% dos de nível médio o qualificam como único satélite natural do Sistema Solar. Esses dados reforçam os resultados apresentados na questão 12, nos quais se salienta o desconhecimento de 37,98% dos estudantes do nono ano e de 47,4% dos estudantes de ensino médio sobre os corpos que compõem o nosso sistema.

A formação das fases lunares, um dos fenômenos astronômicos mais comuns à maioria das pessoas, foi explicada por Aristóteles mais de 300 anos antes da era cristã, sendo, portanto, um dos conhecimentos mais antigos e básicos da Ciência (SARAIVA; SILVEIRA; STEFFANI, 2011). Apesar disso, houve interpretação equivocada por parte dos dois níveis de educação pesquisados. O principal equívoco identificado refere-se à explicação do fenômeno como se correspondesse a eclipses lunares semanais. Pela marcação de 18,4 % dos estudantes do ensino fundamental e 13,47 % dos estudantes do ensino médio na alternativa “a” percebe-se que as fases lunares são compreendidas como se fossem formadas a partir da projeção da sombra da Terra na superfície lunar. Ainda, 79% e 68% dos estudantes do ensino fundamental e médio, respectivamente, identificam como fases lunares apenas as quatro principais, não as relacionando, assim, com os diferentes aspectos que a Lua apresenta para um observador terrestre, ao ser iluminada pelos raios solares.

A formação das estações do ano foi outro fenômeno astronômico com baixos índices de acertos nas respostas dadas por estudantes de nível fundamental e médio. Respectivamente, 70,31% e 53% acreditam que as estações do ano dizem respeito à variação de distâncias entre o Sol e a Terra no decorrer do movimento de translação terrestre. Esses dados vão ao encontro de resultados obtidos em trabalhos anteriores, dos quais se destaca a pesquisa realizada por De Manuel (1995) junto a um grupo de 954 estudantes. Nesse estudo, o pesquisador percebeu que resposta mais comum para a explicação das estações do ano era por meio das variações das distâncias entre a Terra e o Sol.

4. Conclusões

Atualmente, a astronomia e áreas afins estão na vanguarda da Ciência e da tecnologia; respondem a questões elementares sobre a nossa existência; inspiram artistas, escritores e sonhadores; geram riqueza e impulsionam a inovação e a economia.

Diversos relatórios apontam que as suas maiores contribuições para a sociedade não são as aplicações tecnológicas, ou os seus pequenos avanços científicos, mas a oportunidade de alargarmos os nossos limitados horizontes, a fim de descobrirmos a beleza e a grandeza do universo, bem como o nosso lugar nesse contexto.

Acompanhando a nossa história e cultura, a astronomia tem, constantemente, revolucionado o nosso pensamento, ao apresentar a humanidade com pistas em direção ao futuro. Os resultados do seu desenvolvimento científico e tecnológico, bem como de áreas afins, estão se transformando, recorrentemente, em aplicações essenciais para o nosso dia a dia. É o caso, por exemplo, dos computadores pessoais, dos satélites de comunicação, telemóveis, do Sistema de Posicionamento Global (GPS), dos painéis solares, *scanners* de ressonância magnética, do microlaser e de muitas outras ferramentas empregadas na medicina.

Porém, os resultados desta pesquisa apontam que os estudantes da educação básica não compreendem corretamente os fenômenos elementares da área, ficando, muitas vezes, alheios a todas as evoluções proporcionadas. Além disso, usam um grande número de concepções alternativas para a explicação do que ocorre com os astros.

A pesquisa demonstrou, também, que 17 das 20 questões propostas apresentaram índices semelhantes nas respostas dadas por estudantes de ensino fundamental e médio. Em 5 questões, aliás, o índice de respostas corretas dadas por estudantes do ensino médio foi menor que o índice de respostas corretas dadas por estudantes de nível fundamental. Assim, observa-se que muitas concepções equivocadas permanecem ao longo da educação básica, evidenciando que esses temas são pouco abordados no seu decorrer.

De modo geral, os resultados apresentados demonstram que o ensino de astronomia na educação básica enfrenta deficiências. Embora não seja fácil definir em que consiste ensinar – e menos ainda ensinar bem – parece não haver dúvidas de que ensinar com sucesso é uma atividade complexa que requer do professor a seleção de conteúdos, de estratégias e de ações mais adequadas às necessidades do mundo no qual o estudante está inserido. Nesse sentido, é imprescindível uma significativa mudança na forma como os conceitos astronômicos são abordados e estudados no decorrer do ensino fundamental e médio.

Uma vez que os assuntos relacionados à astronomia são altamente motivadores (DARROZ, 2010), extremamente importantes no desenvolvimento da Ciência, devido a sua influência sobre a cultura, o avanço tecnológico, a economia e o cotidiano do ser humano, além de ser potencialmente capaz de estabelecer conexões com diversos conceitos abordados na educação básica, é necessária uma ação nacional em prol do seu ensino ao longo desse período. A discussão dos temas astronômicos deve ser conduzida com maior ênfase durante o estudo dos diferentes conteúdos dos níveis fundamental e médio. Nesse sentido e como sugerem Langhi e Nardi (2009), essa ação nacional deve estar apoiada em um pilar triplo de atores coletivos: comunidade científica, comunidade astronômica semiprofissional e comunidade escolar. Por fim, esse pilar seria a base para futuras discussões relacionadas à atuação dessas instâncias como meio de promover mudanças ativistas na estrutura curricular, proporcionando, mais efetivamente, a educação em astronomia no ensino básico.

Não se espera que uma mudança desse porte ocorra de um dia para o outro. Evidentemente, deve-se incluir um prazo razoável para que os professores construam

autonomia, habilidades e competências, no sentido de que seus saberes docentes sejam suficientes para um trabalho efetivo de assuntos relacionados à astronomia. Assim, é necessário estabelecer um amplo diálogo, envolvendo a comunidade, os gestores públicos, profissionais das áreas específicas, professores universitários, de nível médio e de nível fundamental, a fim analisar os elementos comuns à educação: o ensino, a aprendizagem, o currículo e o contexto social. Com base nesse esforço coletivo, será possível apontar soluções viáveis e que venham gerar as desejadas mudanças, minimizando as dificuldades conceituais constatadas e maximizando o processo de aprendizagem.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Ed. Lisboa, 2000.

BARRETO, B. F.; SILVA, C. X. **Matemática**: aula por aula. São Paulo: FTD, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais – terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Brasília: MEC/SEMT, 1998.

DARROZ, L. M. **Uma proposta para trabalhar conceitos de astronomia com alunos concluintes de formação de professores na modalidade Normal**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2010.

DARROZ, L. M.; HEINECK, R.; PÉREZ, C. A. S. Conceitos básicos de Astronomia: uma proposta metodológica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, Limeira, n.12, p.57-69, 2011.

DE MANUEL, J. B. Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Terra. **Enseñanza de Las Ciências**. v.13, n.2, p.227-236, 1995.

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**, v.1, n.5, p.25-37, 2008.

IEZZI, G. *et al.* **Matemática**: volume único. São Paulo: Atual, 1997.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.31, n 4, p.4402, 2009.

MATSUURA, O. T. **Atlas do Universo**. São Paulo: Scipione, 1996.

NARDI, R. **Um estudo psicogenético das ideias que evoluem para a noção de campo**. 1989. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre o espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.2, p.20-39, 1996.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS., 2000.

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

RODRÍGUEZ, B. L. **Representaciones mentales de docentes sobre el universe, los modelos cosmológicos que lo explican y aplicación de una estrategia metodológica para promover su evolución**. 2007. Tese (Doutorado em Enseñaza de las Ciencias) – Programa Internacional de Doctorado, Universidade de Burgos, Espanha, 2007.

SARAIVA, M.F.O; SILVEIRA, F.L.; STEFFANI, M.H. Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.11, p.63-80, 2011.

SMOLE, K. C.; KIYUKAWA, R. **Matemática**. São Paulo: Saraiva, v. 3, 1998.

TEODORO, S. R.; NARDI, R. A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In: NARDI, R. (Org.). **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras, p.57-68, 2001.

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, p.1111-1123, 2001.