

APRENDIZAGEM DE ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE EDUCADORES E PROFESSORES DO 1º E 2º CEB

Pedro Sarreira; Bianor Valente; Paulo Maurício

*CIED, ESELx - Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Lisboa
Portugal
pedros@eselx.ipl.pt*

Resumo

Esta comunicação tem como objetivo a apresentação dos primeiros resultados de um projeto de investigação sobre o ensino e aprendizagem de astronomia na formação inicial de educadores e professores do 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico de uma instituição de formação da região de Lisboa. Para que os educadores e professores do 1º e 2º CEB desenvolvam o seu trabalho de modo a inspirar os alunos para as áreas STEM, devem adquirir na sua formação inicial, um sólido conhecimento de conteúdo e pedagógico. No que respeita à astronomia e espaço, a literatura relevante diz-nos que o conhecimento dos movimentos elementares da Terra, Lua e planetas e suas consequências, bem como uma apreciação das escalas do Sistema Solar e das estrelas em conjunto com algum conhecimento da estrutura do universo e do espaço, fornecem as componentes de um adequado conhecimento de conteúdo.

Com base na literatura, desenvolvemos um questionário fechado com o objetivo de avaliar o conhecimento de conteúdo. Depois de pilotado com uma amostra de estudantes da formação inicial de e validado por peritos, foi aplicado antes e depois do ensino e aprendizagem do tema aos estudantes no primeiro ano da sua formação inicial. Foram realizadas entrevistas de *follow-up* a uma amostra de respondentes para explicitar o raciocínio.

Dado que a sequência de ensino e aprendizagem tem sido usada desde há vários anos, o questionário foi também aplicado a uma amostra de estudantes nos restantes anos da formação inicial. Pretendemos deste modo avaliar como o conhecimento de conteúdo de astronomia e espaço evolui com o tempo.

Os dados recolhidos pelo questionário foram sujeitos a uma análise estatística descritiva, enquanto os dados resultantes da entrevista de follow-up contribuíram para a interpretação dos resultados. A análise dos resultados revela a prevalência de retenção de conhecimento de conteúdo de curto prazo que atribuímos à proximidade da aplicação do questionário da sequência de ensino e aprendizagem. Os estudantes nos anos subsequentes revelam um declínio do conhecimento de conteúdo, o qual, ainda que esperado, é demasiado para ser atribuído apenas à passagem do tempo. Serão avançadas algumas hipóteses explicativas.

Palavras-Chave: astronomia; conceções alternativas; conhecimento de conteúdo; formação inicial de professores; mudança conceptual.

Abstract

This communication aims at presenting the first results of a research project on teaching and learning astronomy and space in a preservice programme of a higher education institution in Lisbon.

It is our understanding that for educators and elementary teachers develop their work in a way to inspire children to STEM, they should acquire, in their initial training, a solid content and pedagogical knowledge. Regarding astronomy and space, the relevant literature evinces that knowledge of the basic movements of Earth, Moon, and planets and its consequences as well as awareness of the scales of the Solar System and distant stars coupled with some knowledge of

the structure of the universe and space provide the components of a suitable content knowledge.

We developed a closed questionnaire based on the literature with a focus on content knowledge. After piloted with a sample of preservice teachers' students and validated by experts, it was applied before and after instruction to the teachers' students attended three classes in the first year of the course. Were made follow-up interviews to a sample of respondents to clarify their choices and elicit the reasoning that led to the choices they made.

Since the course has the component of astronomy for several years, the questionnaire was also applied to a sample of students in classes at the remaining years of their initial training, both at undergraduate and master classes in a total of five years of schooling. With this, we aim to access the extent to which the content knowledge of astronomy and space evolves with time.

The data collected by the questionnaire was subject to a descriptive statistical analysis while the data gathered by the follow-up interviews assisted in the interpretation.

The analysis of the results reveals a prevalence of short-term knowledge retention attributed to the proximity of application of the questionnaire and the teaching learning sequence. Students in following years reveal a decline in a content knowledge which, although expected is too deep to attribute it just to the passing of time. We will provide an account for that behaviour with the literature on conceptual change.

Keywords: alternative conceptions; astronomy; conceptual change; content knowledge; initial teachers training.

Introdução

Esta comunicação tem como objetivo a apresentação dos primeiros resultados de um projeto de investigação sobre o ensino e aprendizagem de astronomia na formação inicial de educadores e professores do 1º e 2º Ciclo do Ensino Básico de uma instituição de formação da região de Lisboa.

Uma análise do estado da arte permite verificar que vários estudos envolvendo professores e respetivos estudantes da formação inicial referem que a maioria possui conceções alternativas na interpretação de fenómenos astronómicos simples (Atwood & Atwood, 1995, 1996; Brunzell & Marcks, 2005; Mant & Summers, 1993; Parker & Heywood, 1998; Plummer, Zahm, & Rice, 2010; Schoon, 1995; Sneider, Bar, & Kavanagh, 2011; Trundle, Atwood, & Christopher, 2002, 2006; Trumper, 2003, 2006). Estes e outros estudos referem a permanência de conceções alternativas sobre diversos fenómenos astronómicos básicos como, por exemplo: as causas das estações do ano; o ciclo dia-noite e os movimentos aparentes do Sol, da Lua e das estrelas; as fases da Lua e os eclipses solares e lunares; o lugar da Terra no Universo; escalas e distâncias astronómicas.

Analisando mais em detalhe uma investigação sobre as conceções de professores primários em formação inicial envolvendo 645 estudantes do 1º ao 3º ano, realizada numa Universidade em Israel, sobre conceitos básicos de astronomia, a taxa de respostas corretas a um questionário de escolha múltipla foi de 36%, sem diferenças significativas entre os estudantes do 1º, 2º e 3º anos (Trumper, 2003). Relativamente ao ciclo dia-noite, a maioria dos estudantes (51%) respondeu incorretamente, indicando que a causa do ciclo dia-noite é o movimento de translação da Terra em torno do Sol. Apenas 39% dos estudantes indicaram que a causa do ciclo dia-a-noite é o movimento de rotação da Terra em seu eixo. Cerca de metade dos estudantes responderam incorretamente à questão sobre as fases da Lua. No que diz respeito a distâncias

e dimensões no sistema solar, apenas 33% avaliaram corretamente a distância entre a Terra e o Sol e apenas 25% a distância entre o Sol e a estrela mais próxima. Nesta questão, encontramos um número considerável de estudantes que não entenderam o papel da Terra e do Sol na causa das fases da Lua, 16% dos estudantes acreditavam que a Terra estava envolvida na produção das fases da Lua através da sua sombra obscurecendo porções da Lua e 29% acreditavam que a Lua se movia para dentro da “sombra do Sol”. Em ambos os casos, subestimaram as distâncias no universo. Em contraste, uma grande maioria dos estudantes superestimou o diâmetro da Terra (91%) e apenas 7% responderam corretamente. Esses resultados podem indicar um consistente viés geocêntrico nas concepções dos estudantes sobre a dimensão da Terra em comparação com as distâncias no Universo. Questões sobre outros fenómenos receberam, de igual modo, um conjunto significativo de respostas cientificamente incorretas: a relação entre o ocaso do Sol e os pontos cardeais ao longo do ano; a altura do Sol ao meio dia na sua latitude; movimento de rotação da Lua; fusos horários, entre outros. Os professores primários na formação inicial, de acordo com este estudo, revelam lacunas significativas no seu conhecimento de conteúdo de astronomia.

Metodologia

Com base na literatura (CAER, *sd*; Dove, 2002; Frède, 2008; Korur, 2015; Trumper, 2003, 2006), desenvolvemos um questionário com o objetivo de avaliar o conhecimento de conteúdo em astronomia. O questionário tem 21 questões de escolha múltipla abordando diversos tópicos: rotação da Terra, ciclo dia/noite, movimento aparente do Sol, Lua e estrelas; translação da Terra, estações do ano, movimento aparente anual do Sol; rotação e translação da Lua, fases da Lua, eclipses lunares e solares; estrelas e constelações; escalas e distâncias no Sistema Solar e distâncias às estrelas; pontos cardeais e orientação pelos astros; localização da Terra no Universo. A maioria das questões é constituída apenas por texto, sendo seis questões apoiadas por figuras que os estudantes tinham de analisar para responder às questões colocadas. Nas respostas, para além da resposta correta, incluíram-se as principais concepções alternativas identificadas na literatura.

Apresentam-se de seguida (figura 1) alguns exemplos de questões do questionário.

16. Em Lisboa, quando é que um poste vertical no chão, não forma nenhuma sombra porque o Sol está diretamente acima do poste?

 - A. Todos os dias ao meio dia.
 - B. Apenas no primeiro dia do verão.
 - C. Apenas no primeiro dia do inverno.
 - D. Quer no primeiro dia da primavera quer no primeiro dia do outono.
 - E. Nunca em Lisboa.

17. Imagina que a órbita da Terra, em torno do Sol, seria alterada e se tornava um círculo perfeito, de tal modo que a distância ao Sol nunca se alterava. De que modo isto afetaria as estações do ano?

 - A. Deixavam de existir estações do ano.
 - B. Ainda haveria estações do ano, mas as diferenças entre elas eram muito menos notadas.
 - C. Ainda haveria estações do ano, mas as diferenças entre elas eram muito mais notadas.
 - D. Continuavam a existir estações do ano sem alterações significativas relativamente ao que temos hoje em dia.

Figura 1. Exemplos de questões do questionário.

O questionário foi pilotado com uma amostra de estudantes da formação inicial não participantes no estudo o que levou a alguns ajustes, tendo sido depois validado por dois peritos.

Os estudantes envolvidos no estudo (N=138) frequentavam a Licenciatura em Educação Básica (LEB), 68 do primeiro ano e 70 do segundo e do terceiro anos, na sua grande maioria do sexo feminino. Antes de entrar na LEB, o percurso dos estudantes no Ensino Secundário foi diversificado, tendo a maioria frequentado o Curso de Línguas Humanidades. Tendo em conta os atuais programas e metas curriculares do Ensino Básico e Secundário, a generalidade dos estudantes deverá ter abordado noções básicas de astronomia no 7º ano de escolaridade na disciplina de Ciências Físico-Químicas.

O estudo focou-se principalmente nos estudantes do primeiro ano da licenciatura, envolvendo estudantes de três turmas numa unidade curricular de introdução às ciências físicas. Relativamente a estes estudantes, o questionário foi aplicado em aula antes e após a lecionação da sequência de ensino e aprendizagem. Após a primeira aplicação do questionário, foram realizadas entrevistas de *follow-up* a uma amostra de 16 respondentes com o objetivo de conhecer melhor as suas conceções e o raciocínio que levou à escolha de determinada opção.

Como a sequência de ensino e aprendizagem não tem sofrido alterações significativas nos últimos anos, o questionário foi também aplicado aos 70 estudantes do 2º ano (N=16) e do 3º ano (N=54). Pretendemos, deste modo, avaliar se o conhecimento de conteúdo de astronomia dos estudantes permanece a longo prazo. Nesta comparação parte-se do pressuposto que o conhecimento médio das turmas é semelhante nos vários anos letivos envolvidos, o que não será necessariamente verdade. Acresce referir que os estudantes não voltam a abordar os conteúdos de astronomia no 2º e 3º anos da LEB nas unidades curriculares de formação na área de docência. Apenas numa unidade curricular do 3º ano, de didática específica de ciências da natureza, os estudantes poderão voltar a abordar conteúdos de astronomia, se optarem por desenvolver projetos nesta área com os seus alunos no estágio.

A sequência de ensino e aprendizagem aplicada tem sido lecionada na formação de professores do 1º Ciclo do Ensino Básico e de Educadores de Infância desde há vários anos com pequenos ajustes em cada ano, onde são abordados a um nível elementar vários fenómenos astronómicos que consideramos relevantes tendo em consideração a literacia científica (Quadro 1). Esta sequência envolve aulas teórico-práticas e aulas práticas. Nas aulas teórico-práticas, a metodologia alterna entre o diálogo com os estudantes a partir de questões iniciais e a apresentação dos fenómenos e explicação dos conceitos envolvidos. No início das aulas teórico-práticas, são colocadas questões como “*Porque há estações do ano?*” ou “*Porque a Lua apresenta fases?*” Pretende-se com estas questões, que estão ligadas ao quotidiano dos estudantes, desencadear a discussão e aumentar a sua motivação e participação na aula. Depois, o professor inicia uma apresentação onde clarifica os fenómenos e explica os conceitos envolvidos com o recurso a imagens, pequenos filmes e simulações interativas (por exemplo: Sarreira, 2017; To Scale, 2015; UNL, sd1, sd2).

Nas aulas práticas, os estudantes trabalham em grupos de três. A turma é dividida de modo a que cada aula prática tenha no máximo 15 estudantes (5 grupos) de modo a permitir um acompanhamento adequado pelo professor. Utilizando materiais manipuláveis como globos terrestres, candeeiros, bolas de vários tamanhos e uma maleta pedagógica do Projeto *Universe Awareness* (UNAWA), os estudantes tentam modelar os fenómenos astronómicos. O professor

circula pela sala questionando os estudantes e respondendo às suas questões. Os estudantes elaboram registos das suas observações.

Quadro 1. Tópicos/fenómenos de astronomia estudados

Aulas teórico-práticas – 4 aulas x 1h30 = 6h00 de contacto com os estudantes
- O céu diurno e noturno: lua, planetas, estrelas, constelações; - Orientação pelos astros; - Escalas no Universo e unidades comuns em astronomia; - Dia e noite; estações do ano; duração dos dias e das noites; - A Lua e as suas fases; eclipses solares e lunares; - Sistema Solar; composição e características principais dos objetos que o constituem; - Estrelas, sistemas binários e sistemas planetários (exoplanetas); - Galáxias; enxames e superenxames de galáxias.
Aulas práticas – 3 aulas x 1h30 = 4h30 de contacto de contacto com os estudantes
- Utilizando uma fonte de luz e os globos terrestre e lunar explorar: dia e noite; estações do ano; duração do dia ao longo do ano; fases da lua; eclipses lunares e eclipses solares – <i>Elaboração de relatório desta aula para avaliação sumativa</i> ; - Exploração de modelos do sistema solar utilizando a maleta pedagógica UNawe; - Exploração de alguns recursos digitais: software Stellarium (computador), aplicação NASA's Eyes (computador); aplicação Sky View Free (smartphone). - Exploração da orientação pelo Sol; variação da sombra ao longo do dia. - Construção de um modelo do sistema solar utilizando a maleta pedagógica UNawe.

Os dados recolhidos pelo questionário foram sujeitos a uma análise estatística descritiva. Fez-se uma análise exploratória dos dados resultantes da entrevista de *follow-up*.

Discussão dos resultados

Analisando globalmente as respostas ao questionário dos estudantes do primeiro ano, verificou-se que a percentagem de respostas corretas foi, em média, de 35% na aplicação inicial e de 53% na aplicação após a sequência de ensino e aprendizagem (final). No quadro 2 apresentamos os resultados obtidos para todas as questões, indicando também os tópicos abordados em cada questão e a variação do número de respostas nas duas aplicações.

Na figura 2, apresentamos os resultados obtidos numa forma gráfica. A questão que obteve um maior número de respostas corretas foi a questão Q1 com 80% na aplicação inicial e 94% na aplicação final. A questão que obteve um menor número de respostas corretas foi a questão Q19 com 0% na aplicação inicial e 4% na aplicação final.

A análise das respostas permite-nos verificar que a sequência de ensino e aprendizagem teve impacto em todas as questões, já que, em todas, o número de respostas corretas aumentou, tendo tido um maior impacto nas respostas às questões Q7, Q8, Q9, Q6, Q3 e Q20. Na questão Q7 o aumento do número de respostas corretas foi de 50%, na Q8 o aumento foi de 36%, na Q9 foi de 31%, na Q6 foi de 28%, na Q3 foi de 22% e na Q20 foi de 20%.

Quanto às questões em que a sequência de ensino e aprendizagem teve menor impacto foram as questões Q19, Q5, Q12, Q10, Q13 e Q2 que apenas produziram um aumento do número de respostas corretas entre 4% a 9%.

Quadro 2. Percentagem de respostas corretas na aplicação inicial e final, n=68

Questões	Tópicos	Inicial	Final	Varição
Q1	Fases da Lua (porque existem)	80%	94%	14%
Q2	Varição do comprimento da sombra, ao longo do ano	51%	60%	9%
Q3	Ciclo dia-noite	62%	84%	22%
Q4	Distâncias às estrelas e constelações	2%	13%	12%
Q5	Posição do Sol ao nascer, ao longo do ano	61%	68%	7,0%
Q6	Rotação da Lua	16%	44%	28%
Q7	Estações do ano	16%	66%	50%
Q8	Período de translação da Lua	51%	87%	36%
Q9	Fases da Lua (sua visibilidade de diferentes locais na Terra)	10%	41%	31%
Q10	Rotação da Terra/fusos horários	26%	34%	7,6%
Q11	Distâncias às estrelas e movimento das estrelas na Via Láctea	56%	75%	19%
Q12	Varição do comprimento da sombra, ao longo do dia	72%	79%	7,3%
Q13	Posição do Sol no seu ocaso, ao longo do ano	23%	31%	7,9%
Q14	Localização da Terra no Universo	62%	72%	10%
Q15	Fases da Lua (período do ciclo lunar)	36%	53%	17%
Q16	Posição do Sol, relativamente ao horizonte, ao meio dia (solar)	2%	18%	16%
Q17	Causas das estações do ano	7%	24%	17%
Q18	Período de rotação da Lua	20%	37%	17%
Q19	Posição do Sol (e da Terra) relativamente às estrelas/constelações	0%	4%	4%
Q20	Rotação da Terra/movimento aparente das estrelas	64%	84%	20%
Q21	Escala do Sistema Solar versus distância às estrelas	23%	41%	18%

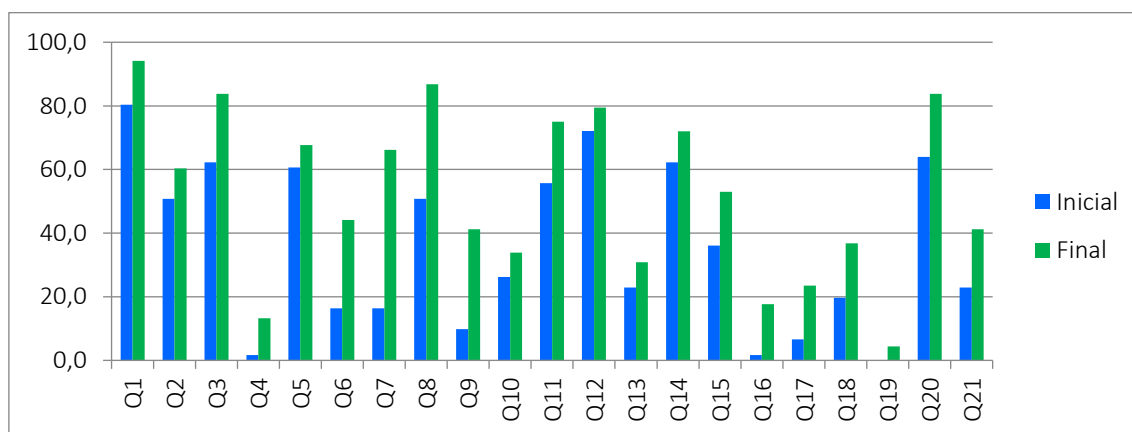


Figura 2. Percentagem de respostas corretas ao questionário na aplicação inicial e final, n=68.

Estes resultados permitem-nos fazer uma avaliação da sequência de ensino e aprendizagem e tomar decisões quando à sua reformulação para alguns dos tópicos abordados, o que será objeto de uma análise aprofundada.

Relativamente às respostas dos estudantes do 2º e 3º anos, decidimos analisa-las em conjunto por não se encontrarem diferenças significativas entre as respostas dos estudantes destes dois anos formando assim um só grupo. O número de respostas corretas deste grupo (2º e 3º anos) considerando globalmente todas as questões foi em média de 38%, ligeiramente superior aos 35% da aplicação inicial e bastante abaixo dos 53% da aplicação final dos estudantes do 1º ano.

Apresentamos a percentagem de respostas corretas a cada questão em comparação com os estudantes do 1º ano na figura 3.

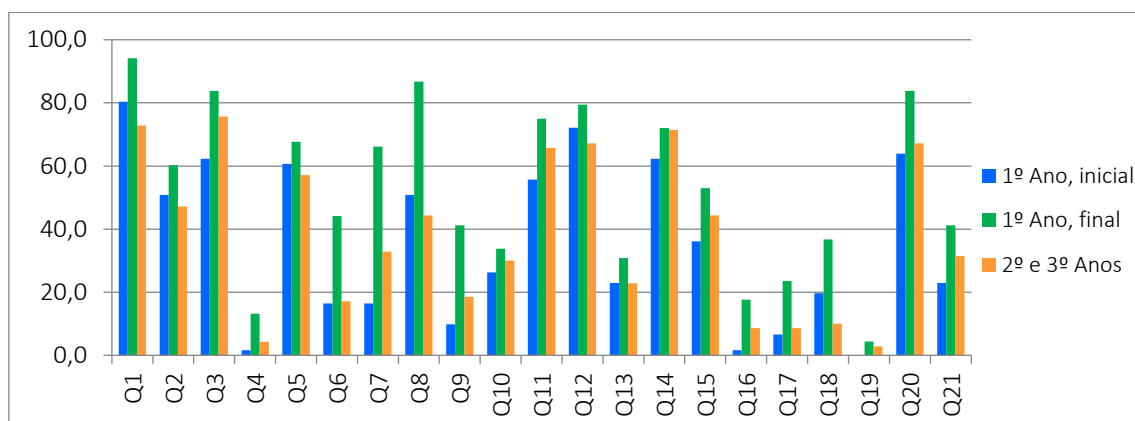


Figura 3. Comparação das respostas corretas ao questionário no 1º ano e nos 2º e 3º anos.

Verifica-se que o número de respostas corretas do grupo 2º/3º anos foi sempre inferior, em todas as questões, ao do grupo 1ºano - aplicação final e, em cinco questões, foi mesmo inferior ao do grupo 1ºano - aplicação inicial.

Numa análise exploratória às entrevistas de *follow-up* verificou-se que alguns dos estudantes justificaram as suas respostas, que correspondem a concepções alternativas, com raciocínios que parecem mostrar um conhecimento de astronomia fragmentado e uma grande dificuldade em mobilizar conhecimento para explicar fenómenos.

Conclusões

Encontrámos concepções alternativas e dificuldades em mudar essas concepções, semelhantes às encontradas por outros estudos. Por exemplo, dificuldade em estimar e comparar escala e distância (Q4 e Q21) tal como referido por Trumper (2003) ou dificuldades em compreender as causas das estações do ano (Q17) (Sneider et al., 2011).

A sequência de ensino e aprendizagem, a curto prazo, parece permitir aprendizagens dos estudantes, embora modestas em alguns tópicos. No entanto, partindo do pressuposto que os grupos de estudantes do 1º ano e do 2º/3º anos eram semelhantes, os resultados parecem revelar, que o impacto da sequência de ensino foi pouco significativo. Uma das possíveis razões para explicar o declínio do conhecimento de conteúdo com o tempo poderá dever-se a uma abordagem dos conteúdos demasiado rápida e com pouco tempo para os estudantes consolidarem as suas aprendizagens. Outra razão pode dever-se a uma estratégia de aprendizagem de alguns estudantes mais focada na memorização do que numa aprendizagem significativa. Outra razão possível pode estar relacionada com o facto de que as novas aprendizagens, quando pouco consolidadas, tenderem a regredir com o passar do tempo para concepções alternativas (Sadler, 1998). No entanto, a avaliação do impacto da sequência de ensino e aprendizagem, a prazo, é um objetivo deste projeto de investigação e continuará a ser estudada nos próximos anos.

Agradecimento

Este trabalho teve o apoio do Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais (CIED) da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Lisboa (ESEXL/IPL-CIED/2016/A25).

Referências bibliográficas

- Atwood, V. A., & Atwood, R. K. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science and Mathematics, 95*(6), 290-294
- Atwood, V. A., & Atwood, R. K. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of research in science teaching, 33*(5), 553-563.
- Brunsell, E., & Marcks, J. (2005). Identifying a baseline for teachers' astronomical concept knowledge. *Astronomy Education Review, 3*, 38–46. Retirado de <http://portico.org/stable?au=pgg3ztf7p6f>
- CAER (sd). *Astronomy Diagnostic Test* (Version 2.0). Collaboration for Astronomy Education Research. Retirado de <http://solar.physics.montana.edu/aae/adt/>
- Dove, J. (2002). Does the Man in the Moon Ever Sleep? An Analysis of Student Answers about Simple Astronomical Events: A Case Study. *International Journal of Science Education, 24*(8), 823–834. Retirado de <http://doi.org/10.1080/09500690110066935>
- Frède, V. (2008). Teaching astronomy for pre-service elementary teachers: A comparison of methods. *Advances in Space Research, 42*(11), 1819–1830. Retirado de <http://doi.org/10.1016/j.asr.2007.12.001>
- Korur, F. (2015). Exploring seventh-grade students' and pre-service science teachers' misconceptions in astronomical concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11*(5), 1041–1060. Retirado de <http://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1373a>
- Mant, J., & Summers, M. (1993). Some primary-school teachers' understanding of Earth's place in the universe. *Research Papers in Education, 8*(1), 101–129. Retirado de <http://dx.doi.org/10.1080/0267152930080107>
- Parker, J., & Heywood, D. (1998). The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Education, 20*, 503–520.
- Plummer, J. D., Zahm, V. M., & Rice, R. (2010). Inquiry and astronomy: Preservice teachers' investigations of celestial motion. *Journal of Science Teacher Education, 21*(4), 471–493. Retirado de <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9189-9>
- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching, 35*(3), 265–296.
- Sarreira, P. (2017). *Eclipses solares*. Banco de Imagens, Casa das Ciências. Retirado de <http://imagem.casadasciencias.org/images/58e79a28697f6.png>
- Schoon, K. J. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the earth and space sciences: A survey of preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education, 7*, 27–46.
- Sneider, C., Bar, V., & Kavanagh, C. (2011). Learning about seasons: A guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review, 10*(1), 19-40. Retirado de <http://portico.org/stable?au=pgg3ztf87gm>
- To Scale (2015). *The Solar System* [Filme]. Retirado de <https://www.youtube.com/watch?v=zR3lGc3Rhfg>
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training - A cross-college age study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts. *Teaching and Teacher Education, 19*(3), 309–323. Retirado de [http://doi.org/10.1016/S0742-051X\(03\)00017-9](http://doi.org/10.1016/S0742-051X(03)00017-9)

- Trumper, R. (2006). Teaching Future Teachers Basic Astronomy Concepts - Seasonal Changes - at a Time of Reform in Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879–906. Retirado de <http://doi.org/10.1002/tea.20138>
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 633–658.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2006). Preservice elementary teachers' knowledge of observable moon phases and pattern of change in phases. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 87–101.
- UNL (sd1). *Lunar Phase Simulator* [Simulação interativa]. The University of Nebraska-Lincoln. Retirado de <http://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>
- UNL (sd2). *Seasons and Ecliptic Simulator* [Simulação interativa]. The University of Nebraska-Lincoln. Retirado de http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html