

Fases da Lua: concepções e evoluções no pensamento de licenciandos em ciências

Moon Phases: conceptions and evolutions in science student's thinking

José Guilherme Brockington
Universidade Federal de São Paulo
brockington@unifesp.br

Leonardo Testoni
Universidade Federal de São Paulo
leonardo.testoni@unifesp.br

Camila Beatriz Moraes Contrucci de Souza
Universidade Federal de São Paulo
contrucci@live.com

Pamella Aline de Almeida
Universidade Federal de São Paulo
aline.pamella@yahoo.com.br

Lucas Mesquita
Universidade Federal de São Paulo
lucasmesquita@hotmail.com

Paulo Henrique de Sousa
Universidade de São Paulo
hs2004@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho, de natureza qualitativa e exploratória, busca investigar as concepções sobre fases da Lua de estudantes universitários, devidamente matriculados no curso de Licenciatura em Ciências de uma Universidade Federal paulista. O estudo em tela revelou que, mesmo no nível superior em ciências, os estudantes mantêm concepções espontâneas sobre as fases da Lua encontradas em alunos de ensino fundamental, de acordo com a literatura da área. De posse desse dado, organizou-se uma sequência de aulas de caráter investigativo específica sobre esse tema, inferindo-se, ao final do processo, uma evolução nas concepções dos estudantes, observada pelo desenvolvimento argumentativo nos referenciais de Toulmin e Lawson.

Palavras chave: ensino de ciências, fases da lua, argumentação.

Abstract

This qualitative and exploratory research aims to investigate the conceptions about the phases of the Moon of university students, duly enrolled in the degree course in Sciences of a Federal University of São Paulo. The on-screen study revealed that, even at the higher level in science, students maintain spontaneous conceptions about the phases of the Moon found in elementary school students, according to the area literature. Given this data, a sequence of specific investigative classes was organized on this subject, inferring, at the end of the process, an evolution in students' conceptions, observed by the argumentative development in the Toulmin and Lawson references.

Key words: science teaching, moon phases, argumentation.

Introdução

Ensino de Ciências e Concepções Espontâneas

Ao entrar no ensino formal, um aluno já possui consigo concepções prévias provenientes do conhecimento adquirido por meio de experiências, observações, inferências e deduções que fornecem explicações intuitivas para fenômenos cotidianos. As concepções prévias, ou espontâneas, segundo Arruda e Villani (1994) são “ideias intuitivas relativamente estáveis, parcialmente consistentes, úteis para a interpretação dos fenômenos cotidianos e que constituem o senso comum”. Portanto, devido sua consistência e estabilidade estas concepções resistem a mudanças e podem dificultar e influenciar a aprendizagem (VIENNOT, 1979; DRIVER, 1985).

No ensino, torna-se importante o estudo dessas concepções prévias para a criação de estratégias de ensino voltadas às mudanças conceituais que possibilitem a aprendizagem da explicação científica para os fenômenos (ARRUDA; VILLANI, 1994). Em relação a Astronomia, ciência estudada desde a antiguidade e que seus conhecimentos tiveram importância histórica na civilização humana, existem concepções espontâneas errôneas ainda nos dias atuais. (TRUMPER, 2001; BAXTER, 2001; GANGUI et al., 2010; STAHLY et al., 1999).

Em uma breve revisão da literatura das concepções alternativas sobre o fenômeno de formação das fases da Lua, Iachel, Langhi & Scalvi (2008) observaram que nos ensinamentos Fundamental e Médio tanto os alunos quanto os professores possuem explicações equivocadas do ponto de vista científico sobre fenômeno de formação das fases da Lua e eclipse. Esses pesquisadores entrevistaram quarenta alunos entre 14 e 18 anos e concluíram que 42,5% dos questionados desconheciam a causa das fases da Lua, 17,5% confundem esse fenômeno com eclipse e 20% conseguiam dar a explicação completa sobre as fases da Lua.

Tão importante quanto a análise das ideias já presentes nos esquemas cognitivos dos estudantes, está a inserção de atividades que atuem diretamente nos pontos conflitivos dessas concepções iniciais, permitindo assim propiciar a aprendizagem das concepções científicas. Nesse trabalho, especificamente, optamos por analisar tal processo com base na evolução dos padrões argumentativos discentes.

Modelos de Argumentação

A utilização de modelos que focam nos padrões argumentativos dos alunos tornou-se, nos últimos anos, um forte instrumento de análise nas pesquisas em ensino. Para tanto, na presente investigação, optamos pelos modelos de Lawson e Toulmin para apoiar nossa análise.

O modelo argumentativo de Lawson sugere que a estrutura de pensamento dos pesquisadores que contribuem na área científica obedece a um padrão. Após analisar descobertas de diversos cientistas, Lawson propõe o raciocínio hipotético-dedutivo como meio pelo qual as ideias foram organizadas. Locatelli (2007), a título de ordenação da proposta de Lawson, a organizou do seguinte modo:

“A estrutura tem seu início com o termo “Se...”, diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E...” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então...” é relativo aos resultados esperados (às consequências esperadas); o termo “E...” ou “Mas...” aos resultados e consequências reais e verdadeiras. O termo “Então” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo (p.5)”.

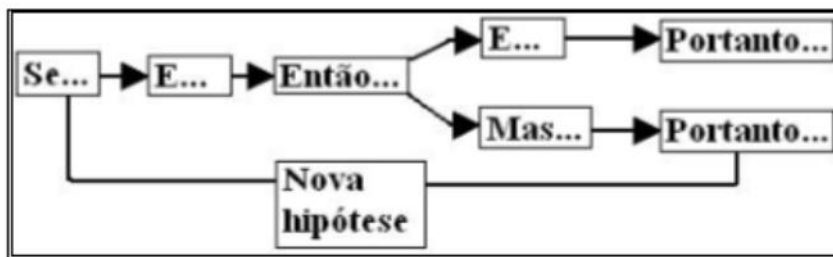


Figura 1- Padrão proposto por Lawson (extraído de Sasseron e Carvalho, 2011).

Para Sasseron e Carvalho (2011), Lawson propõe que esses padrões da razão científica têm sido usados para responder uma grande quantidade de questões e que muitas construções científicas são de natureza hipotético-dedutiva, pois as ideias envolvidas nos processos mentais de tais investigações evoluem seguindo esse padrão de representação na aquisição do conhecimento.

Além de Lawson, usamos também o Modelo Argumentativo de Stephen Toulmin (2001, apud NASCIMENTO, 2008), criado em 1958, e que vem sofrendo sequenciadas adaptações para seu uso na área pedagógica. Em uma tentativa de romper com as certezas da lógica formal, Toulmin procura mostrar que o nosso cotidiano é permeado de argumentações, sejam em nossos ambientes de trabalho, como em situações habituais de tomada de decisão mediante opiniões. Vale salientar que as ideias de Toulmin possuem um caráter mais prescritivo, sendo, porém, uma poderosa ferramenta para a argumentação no pensamento científico (CAPECCHI; CARVALHO, 2004). Na figura abaixo, é exposta uma estrutura completa do padrão proposto por Toulmin ao relacionar um fato ou dado (D) a uma conclusão (C).

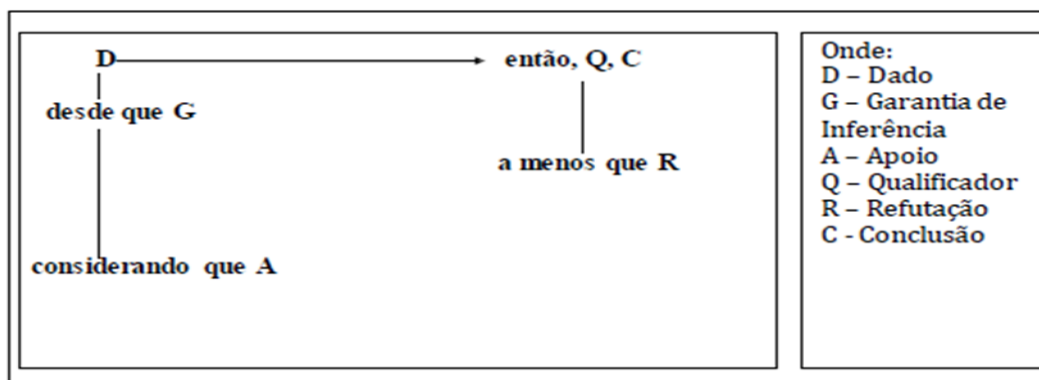


Figura 2- Padrão de Toulmin para argumentação.

De acordo com a análise da figura acima, uma linha de argumentos elaborada por um indivíduo é composta pela conclusão (C), que é a montagem final que procura se estabelecer desde o

início do processo, o dado (D) que são os fatos iniciadores, a garantia de inferência (G), que representa a hipótese que liga os fatos à conclusão, um qualificador modal (Q), usado para qualificar a conclusão, demonstrar seu grau de força e a refutação (R), que indica as condições em que a argumentação não poderá ser aceita.

Com base nesses referenciais teóricos, apresentaremos, a seguir, a estrutura metodológica da investigação realizada.

Metodologia

A pesquisa apresentada neste trabalho foi realizada com 15 estudantes de um curso de licenciatura em ciências de uma Universidade Federal paulista, apresenta natureza predominantemente qualitativa (GONZÁLEZ-REY, 2002), baseando-se na análise do conteúdo (BARDIN, 2001) de episódios retirados das falas dos alunos durante o processo investigativo, utilizando com base perguntas cotidianas realizadas por professores de física que citam as principais dificuldades nos alunos no tema de astronomia, principalmente sobre os elementos da Lua e suas fases.

Em um primeiro momento, os licenciandos responderam um questionário inicial com 10 perguntas que versavam sobre a Lua e suas fases, buscando, dessa forma, delinear suas concepções prévias sobre o tema. Nessa fase, os futuros professores também participaram de uma entrevista inicial gravada apenas em áudios que foram posteriormente transcritos para análise com o mesmo objetivo de sondagem a respeito dos conhecimentos prévios dos participantes.

Em uma etapa posterior, os estudantes de ciências participam de uma sequência de aulas explicativas de caráter investigativo sobre o tema. A referida sequência focou em aspectos relativos à alfabetização científica, articulando as fases da Lua com simulações computacionais, vídeos, textos e montagem de maquetes e fazendo uma articulação com questões mais cotidianas, como as marés e eclipses.

Posteriormente, os licenciandos responderam a um questionário final e participaram, novamente, de uma entrevista gravada em áudio, posteriormente transcrita na Tabela 1, na qual analisamos possíveis alterações no pensamento dos estudantes acerca do conteúdo abordado.

Salientamos que as questões utilizadas no questionário, bem como o roteiro orientativo da entrevista foram frutos de validações realizadas alguns meses antes da investigação, quando da aplicação de projeto piloto sobre o tema, com licenciandos e professores de física e química de uma universidade pública.

Apresentaremos, a seguir, os principais resultados obtidos na investigação.

Análise dos Dados

A interpretação de dados que segue foi construída por meio da análise do conteúdo (BARDIN, 2001) das falas dos licenciandos extraídas das transcrições dos áudios das entrevistas, bem como das respostas obtidas nos questionários inicial e final. Para facilitar a compreensão, os resultados obtidos serão apresentados, a seguir, de acordo com o instrumento de pesquisa utilizado.

Questionários e Entrevistas Iniciais

A análise das respostas dadas pelos alunos ao questionário inicial, bem como seus discursos durante a primeira entrevista, permitiu-nos evidenciar algumas concepções espontâneas acerca do fenômeno das fases da Lua.

De um ponto de vista quantitativo, o primeiro questionário apresentou um acerto médio de 48%, sendo que cerca de 20% dos licenciandos declararam não saber responder as questões que abordavam a explicação sobre a ocorrência das fases da Lua. Ao analisarmos tais questões, observamos que as respostas obtidas referiam-se à Lua como um astro imóvel no universo, sendo suas fases explicadas devido à sombra que a Terra produz em sua superfície, ao ser iluminada pelo Sol, conforme se pode observar nos excertos a seguir.

A1: A lua está parada (...) [as fases] acontecem por causa da sombra da Terra na Lua.

A2: Quem se movimenta é a Terra e o Sol (...) a Lua recebe a sombra (...)

É possível observar o tratamento das fases da Lua como um eclipse (IACHEL et al., 2008), salientando que nossos resultados indicam que tais concepções parecem persistir, haja vista estarmos analisando as respostas de futuros professores que cursam a licenciatura em ciências.

A proposta Investigativa

De posse das primeiras ideias dos licenciandos acerca da dinâmica lunar, propusemos uma sequência didática com caráter investigativo, na qual os estudantes puderam expor seus modelos cognitivos sobre as fases da Lua.

Em uma primeira discussão com o grupo de futuros docentes, discutiram-se, coletivamente, suas explicações para a ocorrência das fases, possibilitando uma socialização dos modelos criados (CARVALHO, 1998).

A3: A Lua tá (sic) aqui [simula a Lua, utilizando a própria mão]. Quando a Terra gira ao redor da Lua [simula a Terra, utilizando a outra mão], [a luz do] o Sol não consegue passar, aí faz a sombra.

A6: Isso [concordando com a explicação dada]...é como o eclipse...a Terra tampa a luz do Sol.

A7: A sombra vai pegando em diferentes regiões da Lua.

Após essa etapa, solicitou-se aos licenciandos que efetuassem uma simulação simples para validar seus modelos explicativos. Tal momento, em uma proposta investigativa, torna-se fundamental, pois permite aos futuros professores evidenciarem lacunas e/ou conflitos em suas justificativas para o fenômeno abordado (TESTONI, 2015).

A simulação proposta consistia em um uma bola de isopor (que representava a Lua) presa a um bambolê. O licenciando (que representava a Terra) ficava no centro do bambolê, enquanto que outro aluno segurava uma lanterna (simulando os raios solares).



Figura 3 – Esquema da atividade realizada

No momento em que os grupos iniciavam a simulação de seus modelos, a hipótese da não movimentação da Lua é logo questionada, conforme pode ser observado nos episódios a seguir.

A3: Não dá...não dá...[a Lua] tem que girar...

A9: Se [a Lua] ficar parada, não tem fase (...) fica fixo o desenho [que representa a fase].

As discussões seguintes, nesse momento, já tomavam a sala como um todo, corroborando a importância na socialização das decisões tomadas pelos grupos menores (CARVALHO, op.cit.). Nessa etapa, com o abandono do modelo estático da Lua, os grupos debruçaram-se sobre a possibilidade de criar desenhos relativos às fases lunares durante a movimentação do satélite.

A6: Se [a Lua] girar [ao redor da Terra] (...) também não dá para ter as 4 fases (...) [nesse momento o aluno nota que ele próprio faz sombra na esfera que representa a Lua, resultando apenas em 1 fase – a Lua nova].

Os grupos de futuros professores, nessa etapa, começam a variar a inclinação da órbita Lunar, buscando identificar as fases do satélite. Nesse momento, a hipótese de órbitas alinhadas entre Terra, Lua e Sol perde força, prevalecendo trajetórias oblíquas entre si.

A3: Olha [chamando o grupo]...se for inclinado, dá...aparecem as fases.

A7: Com a órbita mais inclinada, o Sol vai pegando diferente [o aluno demonstra o movimento de rotação e as diferentes porções iluminadas do satélite] (...) aqui a cheia, a (...) como é o nome? Minguante, né?...até chegar na nova.

Desse modo, os licenciandos estabelecem um novo modelo explicativo para as fases lunares, prevalecendo um satélite que orbita a Terra em uma órbita inclinada, recebendo os raios solares em diferentes frações de sua superfície, durante sua revolução.

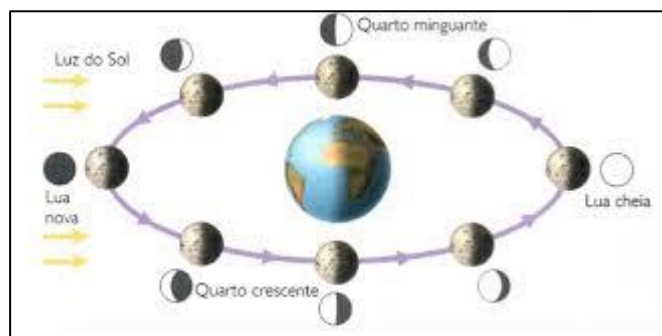


Figura 4 – Representação das fases da Lua (adap. www.if.ufrgs.br)

Do ponto de vista argumentativo, o processo investigado gerou diversos elementos que nos permitiram inferir a evolução conceitual dos sujeitos analisados.

Em um primeiro momento, com base no referencial proposto por Toulmin (TOULMIN, 2001 apud NASCIMENTO, 2008), é possível observar a alteração ocorrida no padrão argumentativo do grupo de futuros docentes. No início da atividade, o modelo explicativo proposto pelos grupos considerava um satélite imóvel, que apresentava suas fases devido às sombras produzidas pela luz solar, tal qual um eclipse. Tal modelo, como já apontado anteriormente, já foi observado em outros estudos na área (IACHEL et al., 2008, e.g.) com crianças do ensino básico, sendo constatado no presente trabalho, com estudantes de ensino superior. A seguir, apresentamos o modelo de Toulmin relativo à tal concepção inicial.

(D): A Lua apresenta diferentes fases.

(Q): Como as órbitas do Sol, Terra e Lua são paralelas e alinhadas...



Figura 5 – Padrão de Toulmin Inicial

Com o decorrer da atividade, as simulações realizadas pelos alunos entravam em conflito com seu próprio modelo inicial (TESTONI, 2015), gerando insatisfações nas primeiras proposições que justificavam o movimento lunar. O desenvolvimento da atividade, representado pelas falas captadas dos futuros professores durante sua realização, permitiu que eles alterassem suas concepções, considerando a Lua um astro em movimento de revolução ao redor da Terra, com uma trajetória inclinada em relação ao plano terrestre, permitindo que a luz solar atinja diferentes porções de sua superfície durante sua translação. Desse modo, obtemos um novo padrão argumentativo para os sujeitos analisados, como ilustrado a seguir.

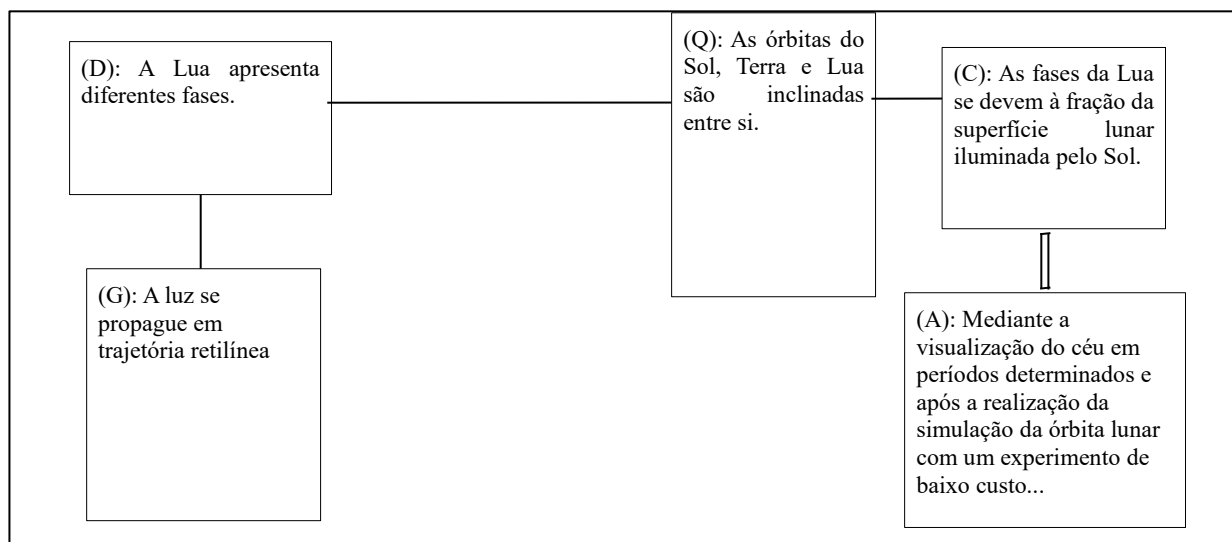


Figura 6 – Padrão de Toulmin Final

As Entrevistas Finais

Ainda do ponto de vista argumentativo, a análise das entrevistas finais permitiu observar, também, uma evolução nos padrões argumentativos apresentados pelos futuros professores. Em consonância com o referencial de Lawson (cf. LOCATELLI, 2007), as explicações finais dadas pelos licenciandos sobre o fenômeno das fases lunares se mostram mais fundamentadas e sólidas em comparação com os primeiros modelos apresentados, além de efetuarem

articulações entre subfenômenos não existentes, quando do início da atividade, como a translação lunar e a inclinação relativa da órbita do satélite.

Assim, a investigação em tela identificou o acréscimo de conjunções proposto por Lawson em seu modelo de argumentação, comparando-se as fases argumentativas inicial e final dos futuros docentes. A título de exemplo, apresentamos na tabela abaixo algumas destas evoluções.

Aluno	Fala pré – atividade	Fala pós - atividade
A3	Eu sei que a lua é um satélite natural e só isso. Eu acho que a lua é feita de terra, areia e rochas. A lua está em movimento e ela tem fases de acordo com a posição dela em relação ao Sol e a Terra. A Terra pode fazer alguma sombra nela (...).	A lua está em movimento e muda de fases porque a órbita dela em relação à da Terra é diferente da órbita da Terra em relação ao Sol, [pois] é inclinada, então a incidência do Sol nela vai mudando conforme ela percorre a órbita em relação à Terra.
A5	A Lua é um satélite. Ela é feita de gases. Não sei dizer se a lua se move. Eu achava que ela se movia, mas nesse exato momento eu não sei dizer	A Lua é um satélite natural. Ela é feita de rochas. A Lua está em movimento. Ela tem essas fases por conta do eixo de inclinação da Terra, Sol e Lua. [Porque] acho que tem a ver com a inclinação do eixo da Terra com a Lua.
A6	A Lua está em movimento e ela tem fases porque tem a ver com o Sol também, com a rotação da Terra e com o movimento que a Terra faz em relação ao Sol.	A lua está em movimento e [por isso] as fases se devem a luz solar incidida na lua, [ou seja] , sem interferência da Terra.
A7	Não sei porque ela apresenta suas fases.	A lua tem seu movimento em volta da Terra. [Devido a isso] As fases da lua é (sic) devido à posição dela em relação ao Sol e aí ela gira e vai acontecendo as fases. [Isso se dá, pois] Ela fica num plano inclinado ao da Terra. É [devido a] essa inclinação que causa as fases.

Tabela 1: Comparação, através do modelo de Lawson, das argumentações dos alunos

Considerações Finais

A explicação para o fenômeno das fases da Lua se configurou em um dos problemas mais trabalhosos da humanidade (MOURÃO, 2016). Apesar de já bem compreendida pela Astronomia, a justificativa para sua ocorrência parece ainda trazer dificuldades no campo do ensino de ciências.

Como já apontado por Iachel et al. (2008), parece existir um consenso inicial em tratar as fases lunares como mini eclipses, sendo formadas a partir da sombra projetada pela Terra, devido à incidência da luz solar. Tal modelo, apesar de observado pelos autores em crianças do ensino básico, reaparece nos resultados encontrados nesse trabalho, contudo, a partir das respostas de licenciandos em ciências, já no nível superior. Tal fato nos leva sugerir que tais concepções iniciais podem não estar sendo devidamente abordadas durante as etapas iniciais de escolarização científica formal, permitindo sua persistência em indivíduos adultos.

A investigação aqui apresentada abordou essa problemática com futuros professores de

ciências, revelando a necessidade de identificar esses modelos alternativos e buscar na literatura da área formas de combater sua permanência desde a escola básica. Nesse trabalho foi possível identificar que o conhecimento das ideias prévias dos licenciandos, bem como o cuidadoso planejamento de atividades de caráter investigativo, que busquem atuar nas lacunas e conflitos dos modelos explicativos espontâneos (TESTONI, 2015), trouxeram aos futuros docentes a oportunidade de discutir e se aprofundar sobre o tema abordado, gerando melhores explicações para os fenômenos observados.

Por fim, encontramos uma evolução nos padrões argumentativos demonstrada pelos indivíduos analisados, considerando-se os referenciais de Toulmin (cf. NASCIMENTO, 2008) e Lawson (cf. LOCATELLI, 2007). Especificamente, nessa etapa da análise, foi possível observar o desenvolvimento de explicações mais fundamentadas nas observações e evidências científicas, característica essencial para os futuros professores de ciências.

Referências

ARRUDA, S.M.; VILLANI, A. Mudança conceitual no Ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. V. 11, n. 2, 1994, p. 88-99.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

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

CAPECCHI, M.C.V.M.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação numa aula de Física. **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Ed. Thomson, 2004.

CARVALHO, A.M.P. de et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

DRIVER, R. Student's conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**. V. 11, 1989, p. 481 - 490.

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

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**. N. 5, 2008, p. 25-37.

KAVANAGH, C.; AGAN, L.; SNEIDER, C. Learning about Phases of the Moon and Eclipses: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. **Astronomy Education**. v. 4, n. 1, p. 19-52, 2005.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: Da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à uma necessidade de ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. V. 28, n. 2, 2011, p. 373-399.

MOURÃO, R. **Mentiras e outras histórias sobre as fases da Lua**. Disponível em <http://super.abril.com.br/tecnologia/mentiras-e-outras-historias-das-fases-da-lua>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

NASCIMENTO, S.S., VIERIA, R.D. Contribuições e limites do padrão argumentativo de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2008. Review. V. 4, 2005, p. 19-52.

- REY, F.L.G. **Pesquisa Qualitativa em Psicologia-caminhos e desafios**. Cengage Learning Editores, 2002.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Uma análise dos referenciais teóricos para estudo da argumentação no ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 13, n.3, 2011, p. 243.
- SMITH III, J.P.; DISESSA, A.A.; ROSCHELLE, J. Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. **The Journal of the Learning Sciences**. V. 3, n. 2, 1994, p. 115-163.
- SOUZA, E.J.; TESTONI, L.A.; BROCKINGTN, G. & SOUZA, P.H; Perícia criminal vai à escola: uma proposta de utilização de elementos de física forense no ensino de ciências. **Anais de congresso X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC** Águas de Lindóia, SP –24 a 27 de Novembro de 2015 Ensino
- STAHLY, L., KROCKOVER, G., & SHEPARDSON, D. Third Grade Students' Ideas about the Lunar Phases. **Journal of Research in Science Teaching**. V. 36, n.2, 1999, p. 159-177.
- TESTONI, L.A. **Quadrinhos e o ensino de Física. Monografia**. IFUSP. 2000
- TESTONI, L.A., **As histórias em quadrinhos no ensino de física: unindo arte, ciência e educação**. São Paulo: NEA Edições. 2015.
- TOULMIN, S. Os usos do argumento. Trad. R. Guarany, Martins Fontes, São Paulo, 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.
- VIENNOT; L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**. V. 1, n. 2, 1979, p. 205-221.