

## **Ciência e fé: uma abordagem multicultural nas aulas de física**

**Francimar Martins Teixeira**

Graduada em Psicologia e mestra em Psicologia Cognitiva pela UFPE, doutora pela Graduate School Of Education (University Of Bristol- Inglaterra), com Pós-doutorado na mesma instituição.

E-Mail: francimarteixeira@gmail.com

**Micaías Andrade Rodrigues**

Licenciado em Física e mestre em educação pela UFPE, doutorando em Educação pela USP.

E-mail: micaias@ufpi.edu.br

### **RESUMO**

Assumindo que a escola é um espaço de convivência multicultural que deve atuar na formação de indivíduos com consciência crítica e ética, no presente artigo apresentamos relato de uma prática pedagógica envolvendo licenciandos em física, na qual houve a oportunidade de se identificar as formas distintas que ciência e religião têm de obter e justificar conhecimentos. Criamos um contexto onde o episódio bíblico da queda da muralha de Jericó foi colocado em análise, à luz de conhecimentos científicos, questionando-se acerca da possibilidade de tal evento ter acontecido devido aos fatores apontados na Bíblia. Os argumentos dos licenciandos foram analisados tomando-se por base o Padrão Argumentativo de Toulmin - PAT. Os resultados sugerem que a prática pedagógica constituiu uma possibilidade de inspiração metodológica para o ensino de física, visto que a mesma oportunizou a prática do discurso argumentativo em sala de aula, a vivência de prática característica da cultura científica e da situação onde ciência e religião são tratadas como duas culturas na qual uma não é superior à outra, mas sim distintas. Acreditamos que práticas desta natureza proporcionam o contato entre diferentes culturas, no nosso caso a cultura religiosa e a cultura científica, e este contato possibilita uma maior compreensão de ambas. Isto gera a tolerância, que é um dos pilares da educação multicultural.

**Palavras-Chave:** Ensino de física. Ensino de ciências. Educação multicultural. Bíblia.

### **SCIENCE AND FAITH: A MULTICULTURAL APPROACH IN PHYSICS CLASS**

#### **ABSTRACT**

Considering that school is a space of multicultural coexistence that aims at educating individuals with critical and ethical consciousness, this article presents a report on the experience of a pedagogical practice involving physics teachers who are academic students. In this report, we could identify the different ways science and religion have to obtain and justify knowledge. A biblical episode of the walls of Jericho falling down was created, applied and questioned, according to scientific knowledge, taking into account the factors presented in the biblical text. The arguments of the preservice teachers were analyzed according to the Toulmin's Argument Pattern – TAP. The pedagogical practice was another methodological inspiration for the teaching of physics which gave the participants the opportunity to practice the argumentative discourse in classroom and made possible experiencing the characteristics of scientific culture and the practice experience in which science and religion are treated as equal cultures. We believe that practices of this nature provide the contact among different cultures, in this case the religious and the scientific cultures, and this contact allows a greater comprehension of both. Tolerance, a pillar of multicultural education, is generated by the activity.

**Keywords:** Physics teaching. Science teaching. Multicultural education. Bible.

## **CIENCIA Y FE: UN ENFOQUE MULTICULTURAL EN LAS CLASES DE FÍSICA**

### **RESUMEN**

Asumiendo que la escuela es un espacio de convivencia multicultural que debe actuar en la formación de individuos con conciencia crítica y ética, en el presente artículo presentamos relato de una práctica pedagógica involucrando estudiantes de licenciatura en física, en la cual hubo la oportunidad de identificarse las formas distintas que ciencia y la religión tienen que obtener y justificar conocimientos. Creamos un contexto donde el episodio bíblico de la caída de la muralla de Jericó fue puesto en análisis, a la luz de conocimientos científicos, cuestionándose sobre la posibilidad de tal evento haber ocurrido debido a los factores señalados en la Biblia. Los argumentos de los estudiantes se analizaron tomando como base el Modelo Argumentativo de Toulmin - MAT. Los resultados sugieren que la práctica pedagógica constituyó una posibilidad de inspiración metodológica para la enseñanza de física, ya que la misma oportunizó la práctica del discurso argumentativo en el aula, la vivencia de práctica característica de la cultura científica y de la situación donde la ciencia y la religión son tratadas como dos culturas en la que una no es superior a la otra, sino distintas. Creemos que prácticas de esta naturaleza proporcionan el contacto entre diferentes culturas, en nuestro caso la cultura religiosa y la cultura científica, y este contacto posibilita una mayor comprensión de ambas. Esto genera la tolerancia, que es uno de los pilares de la educación multicultural.

**Palabras clave:** Enseñanza de física. Enseñanza de las ciencias. Educación multicultural. Biblia.

### **Introdução**

No presente artigo apresentamos relato da vivência de uma prática pedagógica, em uma universidade pública brasileira, envolvendo licenciandos em física, na disciplina Metodologia do Ensino de Física. Visávamos propiciar a reflexão que ciência e religião têm formas distintas de obter e justificar conhecimentos. Criamos o contexto onde o episódio bíblico da queda da muralha da cidade de Jericó foi colocado em análise, à luz de conhecimentos científicos, quanto a possibilidade da queda ter acontecido devido aos fatores apontados no texto bíblico: a ordem divina para o exército marchar em torno da muralha e, ao término da marcha, gritar e soar as trombetas tocadas pelos sacerdotes. Destacamos que nossa meta não foi promover debates sobre ciência ou sobre religião. Antes sim, foi propiciar aos licenciandos a vivência de análise de uma situação exposta na Bíblia fazendo uso de raciocínio científico.

Nosso foco foi induzir a compreensão que a física é uma área da ciência que analisa fenômenos naturais considerando levantamento de hipóteses, evidências empíricas e análise das hipóteses à luz de conhecimentos já produzidos sobre o fenômeno. Portanto, não se aceita

que pelo mero fato de ser descrito na Bíblia este tenha acontecido. Em essência, a atividade foi uma tentativa de propiciar a esses futuros professores a ilustração de como lidar de modo respeitoso com possíveis controvérsias entre o modo como se produz o conhecimento religioso e o científico.

Religião e ciência comumente são situadas como apresentando posições controvertidas em diversos aspectos (NUMBERS, 2013). Há inclusive os que dizem serem sistemas epistemológicos distintos (EDWARDS, 1981; MAHNER; BUNGE, 1996). Diante das evidências de pesquisa sobre a necessidade dos professores considerarem os conhecimentos prévios dos alunos (TEIXEIRA; SOBRAL, 2010) e sabendo-se do crescente aumento populacional de adeptos de religiões evangélicas no Brasil (IBGE, 2012) é relevante desenvolvermos estratégias pedagógicas que contemplem os conhecimentos prévios desse grupo de estudantes.

Denomina-se de evangélica correntes religiosas que assumem o princípio da infalibilidade da Bíblia, defendido por Martinho Lutero, em 1517, quando rompeu com a Igreja Católica, assumindo que seu texto foi divinamente inspirado, proveitoso para ensinar, redarguir, corrigir. Para uma vertente de seguidores de religiões evangélicas, a Bíblia tanto é fonte precisa e inquestionável de descrição de fatos históricos e naturais, quanto o agir de Deus explicaria fenômenos naturais lá descritos. Assim, não se faz necessário evidências arqueológicas ou explicações construídas sob bases empíricas: a Bíblia per si é tomada como verdade absoluta. Portanto, segundo essa perspectiva, se a Bíblia relata algo é porque realmente aconteceu tal qual relatado, e não há razão para se buscar explicação sobre como o que é descrito aconteceu, ou o que concorreu para existência do acontecimento.

Por exemplo, a criação do universo é atribuída a Deus – perspectiva criacionista. No principio só existia o verbo (a palavra de Deus) (Jo. 1:1 Nova Versão Internacional - NVI) que criou o universo em sete dias (Gn. 1-2:1 NVI). É dito que Deus abriu as águas do Mar Vermelho (Êx. 14:21-22 NVI) para a travessia do povo israelita<sup>1</sup>, quando seguiam de terras egípcias em direção à Canaã, e logo após a travessia desse povo as águas voltaram ao normal, matando o exército inimigo. Segundo a vertente de evangélicos que assumem a Bíblia de modo literal, tanto criação do universo, quanto travessia do mar ocorreu tal qual descrito. Por conseguinte, não há porque buscar pistas materiais sobre a veracidade do que é dito acerca da origem do universo, se de fato ocorreu travessia do mar e como ocorreu.

---

<sup>1</sup> – Mesmo o povo não habitando na terra prometida, mas é chamado de israelita por serem descendentes de Israel (Jacó).

De modo distinto a tal postura religiosa há o agir dos cientistas quando estudam fenômenos naturais. Comumente os cientistas buscam identificar fatores materiais relacionados aos fenômenos e às interações entre eles, de modo a construir explicações sobre como e porque tais fenômenos ocorrem. Deus, considerações filosóficas ou teológicas não têm espaço na descrição e nas explicações científicas. Têm-se assim um contexto onde a explicação para fenômenos naturais advindo de religião e os advindos da ciência são considerados por pesquisadores da área do ensino da ciência como incompatíveis e, por isso, alguns se posicionam contrariamente ao ensino religioso nas escolas.

Edwards (1981), por exemplo, é categoricamente contrário à menção da abordagem da origem da vida e do universo sob a perspectiva criacionista nas escolas públicas dos EUA com o mesmo argumento apresentado por Mahner e Bunge (1996, p. 102), que a educação religiosa é prejudicial para a educação científica. Segundo Mahner e Bunge (1996, p. 115):

if a religious method were applied in science, and the scientific method in religion, the result would be complete mutual destruction. Science and religion are not only methodologically different but incompatible....Science and religion can only coexist if one of them is distorted.

Fischmann (2008 apud SELLES; DORVILLÉ; PONTUAL, 2016, p. 887) diz que a ciência “tem como atividade inerente o dissenso e o debate, em uma busca pela verdade que se renova constantemente a cada descoberta, tendo como motor contínuo a indagação sistemática dos fatos e a adoção de postura crítica diante da possibilidade de conhecer o real”. O mundo das religiões, embora possa incorporar aqui e ali, em maior ou menor grau, alguns desses elementos, opera sob uma lógica distinta, “valendo-se do argumento que apela ao absoluto, ao sobrenatural, invisível e intangível, à revelação e à crença, lançando mão, conforme a religião, da asserção de dogmas e da definição de doutrinas”. Para Selles, Dorvillé e Pontual (2016):

a coexistência de ambas nas mesmas instituições e, mais ainda, travando entre si uma disputa feroz em que a lógica da religião invade o espaço das explicações científicas alegando operar pelos mesmos princípios. Os efeitos sobre a educação dos estudantes provocam uma diluição das fronteiras que produz confusão de conceitos, simplificações errôneas e empobrecimento de ambas as lógicas (SELLES; DORVILLÉ; PONTUAL, 2016, p. 887).

Cobern (1996) discorda do argumento que educação religiosa é prejudicial à educação científica. Em seu entender, “students everyday conceptions differ from science because they serve a different purpose” (COBERN, 1996, p. 579). Os conhecimentos trazidos na disciplina escolar ciência, de acordo com Cobern, não podem ser entendidos como o modo mais

adequado de se entender o mundo. Antes estes deveriam ser posicionados como um dentre outros conhecimentos que norteiam o modo de perceber e entender o mundo. Ou seja, as pessoas entendem o mundo sob diferentes perspectivas, tanto podendo ter conhecimento sobre como a ciência explica um determinado fenômeno, quanto a perspectiva religiosa sobre o mesmo fenômeno. Segundo Cobern (idem) não se pode pretender que o ensino de ciências tenha por meta conduzir as pessoas a mudarem o modo como entendem o mundo natural, ou seja, pretender mudança conceitual, induzindo-as a aceitar uma única forma de explicação.

Cobern (1996) reconhece que religião e ciência são sistemas epistemológicos distintos e que o propósito do ensino das ciências é ampliar o modo de entender o mundo natural, ampliar cultura e não para colocar a ciência como um conhecimento superior a outros, buscando através do ensino das ciências substituir crenças que os estudantes têm. Seguindo essa compreensão, o objetivo do ensino de ciências deveria ser de fazer os estudantes entender os diferentes conceitos, as diferentes perspectivas epistemológicas. Aqueles conceitos que forem mais significativos para os estudantes serão o que eles usarão. Cobern (1996) sugere que:

What a teacher can do is to create a classroom atmosphere that invites students to express and discuss important personal viewpoints as they pertain to the science curriculum. The development of such an atmosphere can begin with lessons specifically designed for this purpose. (p.604)

Um estudo conduzido nos EUA por Shipman e colaboradores (2002) ilustra a possibilidade de se fazer ensino de ciências nos moldes apresentados por Cobern. Em um curso sobre astronomia, para 340 estudantes universitários, ao tratar da origem do universo, criaram oportunidades de diálogo tanto sobre a perspectiva da ciência, quanto da religião e estudaram a reação dos alunos. Identificaram que metade da turma se envolveu no diálogo identificando qual era a perspectiva da ciência e qual a da religião sem alterar crenças pessoais sobre o tema. Para aprofundar os resultados iniciais prosseguiram o estudo selecionando 19 estudantes dentre os 340 e concluíram que no contexto pedagógico há uma clara distinção entre explicar um fenômeno segundo a perspectiva científica, ou seja, ter o entendimento da teoria, e acreditar em tal perspectiva:

What we see in our students is that understanding implies deep knowledge of a scientific theory, its supporting evidence, and the extent to which it is accepted by the scientific community. Belief is accepting an explanation as being correct. One can believe an explanation, be it scientific or religious, without understanding it; such a belief transforms the explanation into dogma. One can understand an explanation without believing it (...). Both understanding and belief are required for an unconflicted, convergent

understanding of such big questions as the origin of the Universe and the origin of life, but it would seem to be too much to ask for any one course to go that far with all student (SHIPMAN et al, 2002, p.543).

O estudo de Shipman et al (2002) é uma alerta acerca da possibilidade do ensino das ciências, a semelhança de algumas religiões, tornar-se doutrinação: crer em uma explicação científica sem entendê-la, acreditar pelo mero fato de ter sido explicação apresentada por cientistas. Argumentamos que a doutrinação no ensino das ciências é aspecto extremamente negativo porque alija do ensino das ciências característica essencial da cultura científica: a análise crítica, ou dito em outras palavras, a doutrinação no ensino das ciências nega a atividade científica. Adicionalmente, a doutrinação no ensino das ciências cria também concepção errada sobre o que é ciência, por criar a ideia que: “Everything has or will have a scientific explanation”, “Things that cannot be proven or explained [by science] do not exist,” and “One should not believe in things that are not proven [by science].” (GAUCH Jr, 2006, p.17).

Esse estudo nos sugere ser crucial considerar, saber lidar e propiciar reflexões nas aulas de ciências naturais sobre as diferenças epistemológicas entre religião e ciência. No Brasil diversos estudos evidenciam que constitui questão relevante para os professores das áreas das ciências naturais (BAGDONAS; SILVA, 2015; CARNEIRO; CONTINS, 2006; EL-HANI; SEPULVEDA; 2010). Afinal há meio século as religiões evangélicas, em sua maioria as que tomam a Bíblia em sentido literal, são as que mais crescem no Brasil e, embora na Constituição seja assegurada a laicidade das escolas, o art. 33 da Lei nº 9.394 (BRASIL, 1996), que estabelece diretrizes e bases da educação nacional, diz: “O ensino religioso, de matrícula facultativa, é parte integrante da formação básica do cidadão e constitui disciplina dos horários normais das escolas públicas de ensino fundamental, assegurado o respeito à diversidade cultural religiosa do Brasil”. Desta forma, em termos legais, as escolas podem optar por oferecer ensino religioso.

Selles, Dorvillé e Pontual (2016) destacam que vários estados brasileiros tornaram o ensino religioso obrigatório nas escolas públicas, dentre eles o Rio de Janeiro. Os autores (idem) constaram que já está instalada no estado do Rio de Janeiro controvérsia comum nos EUA: o ensino do criacionismo em detrimento de teoria evolucionista acerca da evolução das espécies. Tal constatação os leva a defender ações norteadoras para o contexto escolar:

[...] o primeiro é a necessidade de reforço, por parte de cientistas e professores de Ciências e Biologia, do conjunto de práticas relacionadas à divulgação científica, empregando os mais diversos recursos. O segundo é o de reforçar um entendimento da natureza da atividade científica, procurando

caracterizar seus modos de ação, limites e possibilidades, mesmo entendendo todas as dificuldades inerentes à sua demarcação. (SELLES; DORVILLÉ; PONTUAL, 2016, p. 889).

A proposição de Selles, Dorvillé e Pontual (2016) de engajar cientistas e professores de ciências brasileiros em reflexões acerca da natureza das atividades científicas aproxima-se parcialmente da proposição de Cobern (1996) para ocorrer nas aulas de ciências reflexões acerca da natureza das atividades científicas. Expandindo tal proposição, Cobern (1996) defende também reflexões acerca da natureza da atividade religiosa, buscando entender as diferenças e respeitando a opção individual pelo modo ao qual se explicará os fenômenos da natureza.

Posicionamos-nos favorável a vivência de práticas pedagógicas contemplando a proposição de Cobern (1996) nos baseando em três aspectos. Primeiro aspecto a ser considerado são os estudos com indicativos de grande percentual de professores de ciências brasileiros como sendo pessoas que entendem teorias científicas, mas adotam perspectivas religiosas para explicar fenômenos naturais (BAGDONAS; SILVA, 2015; CARVALHO et al, 2012; EL-HANI; SEPULVEDA, 2010). Apesar de estarmos defendendo tal posição para a realidade brasileira, destacamos que a expansão de movimentos religiosos com posições contrárias as apresentadas por cientistas não se restringe ao Brasil: é um fenômeno do mundo ocidental (COLLIER; HOEFFLER, 2004).

O segundo aspecto é a brecha legal para as escolas públicas oferecerem ensino religioso. Por consequência, existe a probabilidade de ensino religioso e ensino das ciências coexistir dentro do sistema escolar. Terceiro aspecto: o multiculturalismo, isto é, segundo Coutinho e Ruppenthal (2016), o reconhecimento de diferentes culturas em um mesmo território. A escola ao tratar ciência e religião com igual respeito aumenta a probabilidade de convivência com a diversidade de entendimentos que existe na sociedade sobre os mais variados temas.

Considerando que cultura é, segundo Dicio (2018), o "conjunto dos hábitos sociais e religiosos, das manifestações intelectuais e artísticas, que caracteriza uma sociedade" ou ainda "normas de comportamento, saberes, hábitos ou crenças que diferenciam um grupo de outro", podemos considerar que a ciência e a religião são duas diferentes culturas. A cultura constitui a identidade de uma sociedade e a faz diferente das demais (YILDIRIM; TEZCI, 2016).

Yildirim e Tezci (2016) nos alertam que o multiculturalismo pode causar alguns problemas, como a falta de capacidade de viver em conjunto, alienação e confusão de

identidade para indivíduos de diferentes culturas em termos de linguagem, religião, raça, status social, história, geografia. Neste contexto, a perspectiva multicultural é importante para a paz social e a tolerância em uma sociedade de diferentes grupos culturais.

A educação multicultural surgiu para eliminar potenciais problemas de multiculturalismo e fazer com que as pessoas aproveitem ao máximo esta diversidade (AYDIN, 2012; BANKS; BANKS, 2010). A educação multicultural é um movimento de reforma que foi projetado para fazer algumas mudanças e arranjos fundamentais no sistema educacional.

Para Kaya (2013), as percepções de auto-eficácia sobre a educação multicultural dos professores serão capazes de permitir um design instrucional efetivo com base nas diferenças. Os professores que têm uma percepção rigorosa de auto-eficácia são capazes de organizar uma aprendizagem adequada para estudantes que tenham diferentes culturas, línguas, religiões e nacionalidade através da criação de um ambiente de classe adequado em termos de educação multicultural, utilizando vários métodos e técnicas de ensino e para avaliar os comportamentos adotados pelos alunos (BERRY; KALIN, 1995; SPANIERMAN et al, 2010).

Visando aplicar esta abordagem, Bagdonas e Silva (2015), em universidade no estado de São Paulo - Brasil, ao trabalhar o tema cosmologia, em curso de formação de professores, almejam prepará-los para enfrentar possíveis conflitos entre visões pessoais dos seus futuros estudantes e a visão científica. Para tanto, introduziram as teorias do Estado Estacionário e Big Bang utilizando textos do Papa Pio XII, líder da igreja católica de 1939 a 1958, no qual defendia a versão bíblica atribuindo a Deus a criação do cosmos e da vida, e mais alguns autores com posição similar a do Papa: Georges Lemaître e Fred Hoyle.

Através de diversas estratégias – como, por exemplo, apresentação de seminários conduzidos por pequenos grupos, redação de ensaios, leituras, dentre outras estratégias - instigaram os estudantes a identificar as diferenças e semelhanças entre o modo como ciência e religião obtinham e justificavam conhecimentos. Embora os conceitos científicos tenham sido trabalhados induziu-se em sala a reflexão sobre a natureza da ciência e da religião. Foi observado que os estudantes distinguem características da cultura científica e da religiosa. Avaliando a vivência das práticas, concluíram que em um contexto educacional multicultural é útil preparar os futuros professores para que em suas aulas venham a considerar a visão religiosa dos estudantes ao invés de tratar apenas a visão da ciência:

we concluded that most pre-service teachers showed temperate rationalist views about science, avoiding theses that consider science as entirely rational or irrational. They stressed the differences between science and

religion, while considering respect to students' religious beliefs as a desideratum. The activities enhanced more complex views about nature of science and might help science teachers to promote the acquaintanceship and respectful coexistence between different worldviews in science classes. (BAGDONAS; SILVA, 2015, p 30).

No presente estudo, a semelhança de Cobern (1996) e Bagdonas e Silva (2015) assumimos o ensino de ciências sob perspectiva multicultural, isto é: a ciência é uma cultura em meio a outras, cabendo à escola propiciar entendimento dos conceitos científicos e sobre a natureza da ciência sem colocá-los como superior a outros entendimentos. Tal qual Bagdonas e Silva (2015) conduzimos estudo onde é analisada uma situação didática na qual de modo implícito buscou propiciar aos estudantes a identificação do que é conhecimento científico e conhecimento religioso e sobre como ambos são gerados. Apresentamos aos estudantes um texto da Bíblia, o capítulo 6 do livro de Josué, que descreve a queda das muralhas de Jericó, e os questionamos sobre a possibilidade de conhecimentos científicos da área da física explicar o ocorrido.

### **Alguns conceitos físicos e matemáticos**

Para que este artigo possa ser plenamente compreendido pelos leitores, é interessante explicitarmos alguns conceitos da física que serão abordados posteriormente. Primeiramente, tratemos sobre ondas, que é "qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio, com velocidade definida" (NUSSENZVEIG, 2009). As ondas possuem a característica de transmitir a energia entre dois pontos, sem, entretanto, que conduza a matéria. Halliday, Resnick e Walker (2008) especificam isto com o exemplo da onda na água, a qual faz com que objetos que estejam flutuando na superfície se movimentem para cima e para baixo, porém, não sejam carregados junto à onda.

As ondas podem ser classificadas de acordo com a direção de propagação do movimento, em transversal (quando o movimento das partículas materiais que transmitem a onda for perpendicular à direção da própria onda) ou em longitudinal (o movimento das partículas que transmitem a onda tem a mesma direção da propagação da onda) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008). As ondas mecânicas, como as propagadas na água, através de molas ou o som, são aquelas que transmitem energia através da matéria, ou seja, necessitam

de um meio material. Já as ondas eletromagnéticas, como, por exemplo, a luz, não necessitam de um meio, visto que podem ser propagadas no vácuo<sup>2</sup>.

Catelli, Martins e Giovannini (2015) comentam que as ondas mecânicas que se propagam na terra quando ocorre um terremoto são (predominantemente) de dois tipos: transversais e longitudinais. As ondas longitudinais são mais rápidas do que as ondas transversais. Os autores (idem) comentam ainda que os sismógrafos, aparelhos que detectam pequenas vibrações do solo, registram primeiro as ondas longitudinais, e após um determinado intervalo de tempo, que depende da distância da estação sismológica ao foco do terremoto, registram a chegada das ondas transversais, essas de grande potencial destruidor. De posse das velocidades das ondas e do intervalo de tempo entre a detecção das mesmas, pode-se determinar a distância ao epicentro (local que deu origem ao tremor da terra) do terremoto.

Outro conceito relevante é o de ressonância. A ressonância ocorre quando um sistema oscila com uma série de impulsos periódicos cuja frequência seja igual ou quase igual à frequência natural do sistema, frequência na qual a amplitude de oscilação assume o valor máximo. Assim, a amplitude da onda tende ao infinito, o que faz com que ocorra efeitos catastróficos (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008). Por exemplo, se ocorrer uma vibração igual à frequência natural de uma ponte, esta ponte irá oscilar de tal forma que acabe sendo destruída, tal como ocorreu com a ponte Tacoma Narrows (YOUTUBE, 2011).

Como abordaremos, também, as escalas utilizadas para mensurar os terremotos, é necessário que tenhamos a clareza que escalas logarítmicas. As escalas logarítmicas são aquelas que utilizam números em uma progressão aritmética (sequência numérica em que cada termo, a partir do segundo, é igual à soma do termo anterior com uma constante (que no nosso trabalho será 1, ou seja, a sequência será 0,1,2,3 ...)) de uma progressão geométrica (é uma sequência numérica que cresce ou decresce pela multiplicação por uma taxa constante. Nessa progressão, os seus termos, a partir do segundo, são iguais ao produto do termo anterior por uma constante denominada razão  $q$ . No nosso caso, na escala Richter e na escala *moment magnitude*, estas razões valem cerca de 32 (1, 32, 1024, 32768, ...)).

### **Queda das Muralhas de Jericó**

A Bíblia apresenta no capítulo 6 de Josué a descrição da tomada, pelos israelitas, da cidade de Jericó, ocupada por povo Cananeu. Este capítulo relata que, orientado por um anjo,

---

<sup>2</sup> - tal informação contesta o que era visto (e agora já com menos frequência) constantemente em filmes de ficção científica, que mostravam naves atirando ou explosões no espaço com grande barulho.

Josué ordenou a 601.730 homens armados (Nm. 26:51 NVI) que marchassem em torno das muralhas da cidade de Jericó, juntamente com os sacerdotes que levavam a Arca da Aliança (artefato sagrado onde estavam guardados objetos relacionados a história dos israelitas). Durante todo o trajeto ao tempo em que os soldados marchavam os sacerdotes tocavam trombetas de chifre de carneiro. Uma parte dos soldados ia à frente da Arca e a outra parte após esta. Por seis dias deram uma volta a cada dia contornando a muralha. No sétimo dia, ao invés de uma volta é dito que Josué ordenou mudança na estratégia:

4 Sete sacerdotes levarão cada um uma trombeta de chifre de carneiro à frente da arca. No sétimo dia, marchem todos sete vezes ao redor da cidade, e os sacerdotes toquem as trombetas.

5 Quando as trombetas soarem um longo toque, todo o povo dará um forte grito; o muro da cidade cairá e o povo atacará, cada um do lugar onde estiver. (Js. 6:4-5 NVI)

Segundo o texto quando os israelitas deram o grito forte, a muralha caiu:

15 No sétimo dia, levantaram-se ao romper da manhã e marcharam da mesma maneira sete vezes ao redor da cidade; foi apenas nesse dia que rodearam a cidade sete vezes.

16 Na sétima vez, quando os sacerdotes deram o toque de trombeta, Josué ordenou ao povo: Gritem! O Senhor lhes entregou a cidade!

[...] 20 Quando soaram as trombetas o povo gritou. Ao som das trombetas e do forte grito, o muro caiu. Cada um atacou do lugar onde estava, e tomaram a cidade (Js. 6:15-20 NVI).

A descrição da história da cidade de Jericó ainda está sob investigação pela comunidade científica. As primeiras escavações arqueológicas na região foram conduzidas por Charles Warren, em 1867, que encontrou ruínas no local onde, segundo descrição bíblica, Jericó estaria situada. Entre 1907 a 1909 e novamente em 1911, expedição austro-alemã, sob direção de Ernest Sellin e Carl Watzinger, encontrou cerâmicas e revestimento da parede das ruínas e atribuíram que tais achados seriam do período da Idade do Bronze Tardio, época entre 1550 a 1200 antes da Era Comum (BAR-YOSEF, 1996; FISHER, 1997).

Muitas décadas depois, outros estudiosos analisaram o material encontrado por Sellin e Watzinger e concluíram que este datava de período em torno de 1410 antes da Era Comum, portanto do período descrito na Bíblia. Expedições diversas, conduzidas por variados equipes de arqueólogos, em diferentes décadas, encontraram vestígios de cemitérios e o desuso desses, em época que coincide com o período bíblico descrito no capítulo seis do livro de Josué. O desuso dos cemitérios foi tomado como sugestivo que a cidade havia sido destruída naquele período apontado no livro de Josué (BAR-YOSEF, 1996; FISHER, 1997).

Algumas outras expedições encontraram dúzias de jarros cheios de grãos de uma mesma coleta e vários Scarabs, isto é, amuletos egípcios em forma de besouro por vezes apresentando o nome de um faraó. Concluíram que a cidade foi destruída em época de colheita ou imediatamente após ela e era governada por egípcios, tal qual descrito na Bíblia (BAR-YOSEF, 1996; FISHER, 1997). A presença de jarras com grãos também coincide com a descrição bíblica que a queda do muro ocorreu na primavera (Js. 2:6; 3:15 NVI).

Kathleen Mary Kenyon, nos anos 1950, encontrou evidências que havia em Jericó uma muralha, bem como que tal muralha havia de fato caído - dado que haviam tijolos vermelhos empilhados sob tijolos revestidos, sugerindo queda -, bem como sinais que após a queda do muro houve fogo na cidade. Há assim coincidência entre o que Kenyon encontrou e a descrição bíblica das características físicas da muralha, de ter havido a queda do muro e do fogo após a queda. Segundo a Bíblia, após derrubarem os muros de Jericó, os israelitas incendiaram a cidade (Js. 6:24 NVI). De acordo com Kenyon (1981, p. 370):

The destruction was complete. Walls and floors were blackened or reddened by fire, and every room was filled with fallen bricks, timbers, and household utensils; in most rooms the fallen debris was heavily burnt, but the collapse of the walls of the eastern rooms seems to have taken place before they were affected by the fire.

Contudo, Kenyon concluiu que à queda da muralha ocorreu em data anterior a descrita na Bíblia. Bryant Wood, arqueólogo cristão, contrargumenta Kenyon apontado que na época em que ela chegou a tais conclusões não era tecnicamente possível fazer análise mais acurada sobre data do material encontrado. Após analisar o material com carbono 14, Wood afirmou que a queda do muro de Jericó ocorreu no período descrito na Bíblia (KAISER Jr, 2011).

Em relação às causas da queda do muro, Kenyon encontrou evidências de atividade sísmica. Outras equipes de arqueologistas encontraram evidências adicionais de atividade sísmica reafirmando a conclusão de Kenyon sobre o que ocasionou a queda do muro. Todavia, nas ruínas há um achado intrigante: no lado norte há uma parede preservada da cidade com casas construídas contra ele. O fato das casas serem construídas contra a muralha e as características das casas foram considerados como sugestivo que lá vivia parte economicamente mais pobre da cidade.

A parte da cidade encontrada preservada é descrita na Bíblia quando relata que Raabe, uma prostituta que vivia em casa construída na muralha da cidade, ajudou a espiões enviados por Josué, antes do episódio da queda, estabelecendo com ele um acordo que ela e os seus seriam poupados em caso de conflito (Js. 2:17-20 NVI). A preservação durante a queda de um

dos lados da muralha justamente as que tinham casas construídas tem sido tomada por Dr. Bryant Wood, diretor da ‘Associates for Biblical Research’, como mais uma prova que a queda da muralha efetivamente aconteceu tal qual a descrição bíblica.

No caso de um terremoto<sup>3</sup>, as ondas mecânicas são propagadas pelo interior da Terra. Quanto maior a amplitude da vibração, maior a magnitude do terremoto. Atualmente a escala de magnitude mais utilizada é a *moment magnitude* ( $M_w$ ) que é baseada no momento sísmico de um terremoto (USGS, 2017). Esta escala é logarítmica e tem resultados semelhantes aos da escala Richter, porém, com a vantagem de não haver a necessidade de que o terremoto ocorra próximo ao sismógrafo. Para ilustrar os valores desta escala, o terremoto Tohoku, ocorrido no mar do Japão, em 2011, teve magnitude  $M_w$  9 e inundou a região costeira oriental do Japão (SMITH et al, 2015). Um terremoto de escala  $M_w$  8 é cerca de 32 vezes mais fraco que o de escala  $M_w$  9.

Em alternativa a suposição que a queda da muralha ocorreu devido abalo sísmico há os que defendem que a queda foi devido à ação do som (CONNOR, 2011). MacGregor (2000 apud MADSEN, 2009) credita a queda da muralha de Jericó às frequências da energia emitida através do impacto regular dos pés dos soldados de Josué sob a terra dura durante a marcha, da vibração sustentada pelos chifres [trombetas] e o grito em uníssono. A vibração advinda da marcha, som das trombetas e as vozes uníssonas do exército entraram em ressonância com a estrutura molecular das pedras e argamassa, fazendo-as vibrar com grande energia, o que gerou o colapso. Igualmente favorável à hipótese da ressonância provocando a queda, Billauer (2013a, b) baseada no registro de experiência de pontes irem ao colapso devido a exércitos em marcha, afirma que as pisadas ritmadas da marcha do exército israelita, com mais de 600.000 homens, acrescidas do som ressonante das trombetas e dos gritos poderiam gerar uma força física de vibração com maior ordem de magnitude que qualquer outra previamente experimentada, causando a queda da muralha.

Segundo Billauer (2013b) para explicar a queda da muralha é preciso compreender os dois tipos de forças envolvidos: as vibrações do som ou ressonância sonar e a ressonância mecânica. A autora especifica que o som ou ruído é uma forma de energia causada pela vibração de algo no ar. A ressonância sonar foi acumulada de três fontes: trombetas, grito do povo e som das pisadas dos mais de 600.000 soldados em marcha e, gerada nas diferentes

---

<sup>3</sup> - Segundo o Serviço Geológico norte-americano (USGS, 2017), o terremoto é um termo usado para descrever o deslizamento súbito em uma falha, o tremor resultante e a energia sísmica irradiada causada pelo deslizamento, ou por atividade vulcânica ou magmática, ou outras mudanças de estresse súbito na Terra.

direções. Billauer (2013b) prossegue afirmando que a esta força foi somada a ressonância mecânica, a qual ocorre quando dois objetos tocando um ao outro vibram em conjunto, tais como os pés batendo contra a terra. Quando o padrão de vibração das duas entidades ocorre na mesma frequência, eles podem aumentar a ponto de destruir os objetos que vibram. Esta ressonância pode multiplicar a amplitude de vibração de um sistema simples de dez a trinta vezes, e cada efeito vibratório das quatro fontes teria ampliado a força ainda mais.

Em síntese podemos dizer que há evidências científicas substanciais que: 1) a Muralha de Jericó existiu, 2) a Muralha desmoronou 3) o desmoronamento ou foi logo após o fim da coleta de grãos ou durante a coleta de grãos, o que sugere ter sido durante a primavera, 4) Houve incêndio após o desmoronamento, 5) uma parte do muro não desmoronou. Há controvérsia sobre: 1) o período em que aconteceu a queda do muro e 2) o que causou a queda.

O conjunto de evidências empíricas, os consensos entre cientistas, às coincidências entre o que há de consenso entre cientistas e o que diz a Bíblia a respeito da muralha de Jericó, as divergências entre cientistas e a diversidade de explicações possíveis sobre o que causou a queda da muralha de Jericó (devido a abalo decorrente de terremoto ou devido a abalo decorrente de pisadas e dos sons) fazem esse tema interessante para reflexão sobre a natureza da atividade científica e da religião. Por exemplo, possibilita a reflexão sobre como: 1) a produção de conhecimentos científicos é baseada em evidências analisadas e registradas cuidadosa e sistematicamente, fazendo-se uso de instrumentais, técnicas e conhecimentos; 2) a existência de consensos e divergências na comunidade científica; 3) há coincidências entre o que a Bíblia diz sobre a queda da muralha e os consensos de conhecimento sobre a muralha produzido por cientistas.

Visando possibilitar aos licenciados em física situação onde pudessem refletir sobre o que são conhecimentos científicos e o que são conhecimentos bíblicos seguindo perspectiva multicultural, ou seja: percebendo diferenças entre a natureza de ambos (os modos como são produzidos) sem enveredar por crenças ou posicionar algum conhecimento como superior ou ainda uma afronta a outro tipo de conhecimento, introduzimos em sala de aula texto bíblico sobre a muralha de Jericó e solicitamos que com base em conhecimentos da área da física o mesmo fosse analisado. A seguir, a descrição mais detalhada da vivência dessa prática.

## **Metodologia**

A prática pedagógica que foi base para gerar o corpus empírico do estudo aqui relatado ocorreu em duas turmas de Metodologia do Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, com um total de 24 alunos, dos quais 14 eram da turma doravante nomeada por A e 10 da turma nomeada por B. Iniciamos a prática explanando o que é um estudo de caso e as suas possibilidades de utilização em aulas de física no ensino médio. Em seguida os alunos foram divididos em grupos, com no máximo quatro alunos, conforme apresentado na Tabela 2, abaixo:

**Tabela 2:** Grupos que realizaram as atividades

Grupo	Turma A				Turma B		
	1	2	3	4	5	6	7
Alunos	4	4	3	3	3	3	4

Nas etapas seguintes adotamos procedimentos norteados por Carvalho e Gil-Pérez (2001). Para estes autores apresentar aos futuros professores situações problema os motiva estudá-los. Seguimos três passos sugeridos por Carvalho e Gil-Pérez (2001) para introduzir a situação problema a ser estudada. Inicialmente, o educando expõe suas concepções sobre as questões apresentadas e esboça uma hipótese de solução. Em seguida, é orientado a aprofundar seus conhecimentos com a leitura de um texto indicado e sintetizar as ideias do autor. Na etapa seguinte, ele deve buscar outras informações e propor uma segunda solução para os problemas levantados. Cada passo é acompanhado de discussões realizadas em pequenos grupos e/ou com a turma.

Em nossa atividade cada grupo recebeu uma cópia do capítulo 6 do livro bíblico de Josué e lhes foi questionado se fisicamente era possível ocorrer o que estava descrito neste capítulo. Foi disponibilizado aos estudantes vários livros de Física, de ensino médio e superior para que, se fosse necessário, pudessem consultá-los para dar a sua resposta. Os estudantes foram solicitados a ler o caso e discutir com seu respectivo grupo se fisicamente era possível ocorrer à queda da muralha de Jericó tal como se encontra descrito em Josué 6 devido ao som e a marcha. Após a maioria do grupo chegar a consenso, com ou sem a leitura dos livros de física disponibilizados, eles deveriam preencher uma ficha com o fato ocorrido relatando o que o causou e o fenômeno físico envolvido.

As discussões dos grupos foram acompanhadas pelo professor que, quando oportuno, dava orientações ou fazia perguntas e comentários pontuais de modo a direcioná-los para identificar no texto aspectos que poderiam ser explicados pela física. Após a ficha ser preenchida, cada grupo relatava os seus registros e explicava o porquê da resposta. Após a

apresentação dos resultados listados pelos grupos, o professor fez um fechamento do assunto, comentando as respostas e apresentando vídeos sobre a ação da ressonância, como a queda da ponte Tacoma Narrows (YOUTUBE, 2011) e a quebra de uma taça de cristal através da voz (YOUTUBE, 2012). As atividades foram audiogravadas e registradas pelo professor em um diário de campo.

Nosso objetivo central foi verificar se a atividade proposta permitia aos estudantes reflexão sobre a natureza dos conhecimentos científicos e bíblico de modo multicultural, identificando que são sistemas epistemológicos distintos e que o ensino de ciências deve contribuir para construção de compreensão de tal distinção. Para tanto, transcrevemos a audiogravação com registro das falas durante a reunião do grupo e analisamos a estrutura de tais registros utilizando o modelo do Padrão Argumentativo de Toulmin - PAT (TOULMIN, 2006). As respostas apresentadas, bem como o relato das discussões dos grupos e respectivas análises encontram-se na seção a seguir.

### **Argumentação e o padrão argumentativo de Toulmin**

Religião e ciência apresentam modos e pressupostos diferentes para encontrar respostas as suas perguntas. O conhecimento religioso é dado por revelação divina, tem sua sustentação em dogmas, isto é na fé: se aceita algo como verdade absoluta e inquestionável, sem buscar justificativas, explicações ou evidências. O conhecimento científico refere-se a fenômenos ou naturais ou sociais, é gerado baseado em justificações, evidências, em especial evidências empíricas; constituindo um corpo lógico de informações que fundamentam uma explicação. É um conhecimento construído mediante questionamentos que norteiam estudos, registros e divulgação entre comunidade que estuda o tópico sob consideração.

O conhecimento científico é alicerçado na capacidade de relacionar informações - quer sejam eles empíricos ou procedentes de outras fontes- visando construir conclusões. O conhecimento científico é comumente comunicado através de discurso argumentativo. Nomeadamente: tanto a nível oral, escrito, ou mesmo em comunicação interior silenciosa do indivíduo para si usando apenas o pensamento, se apresenta razões direcionando para convencer sobre uma conclusão, diz-se que há discurso argumentativo. Em outras palavras, o discurso argumentativo é a busca de adesão a uma conclusão apresentando-se razões a favor de tal conclusão. O discurso argumentativo ao apresentar justificativas que convergem para adesão a uma conclusão se faz distinto de um discurso baseado em dogmas, aquele em que se

expressa o que se crê como verdade inquestionável sem explicações que fundamentem o ponto de vista defendido (LEITÃO, 2000; TEIXEIRA, 2015).

Pesquisadores enfatizam que o raciocínio científico é um processo de tomada de decisões entre evidências e teorias que exige a construção de argumentos defendendo a escolha tomada (JIMÉNEZ ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000; JIMÉNEZ ALEIXANDRE; DÍAZ DE BUSTAMANTE, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2011). Portanto, se basear a tomada de decisões apoiado em evidências e teorias é aspecto característico do raciocínio científico, deveremos encontrar a busca de evidências e teorias nos argumentos dos alunos caso estejam analisando a descrição bíblica da queda do muro de Jericó de acordo com a ciência. Contudo, caso a análise da queda do muro seja baseado em conhecimento religioso a explicação para o fato será o agir de Deus.

A luz da perspectiva que argumentar é parte da cultura científica analisamos os argumentos produzidos pelos estudantes em resposta ao nosso questionamento se fisicamente era possível ocorrer a queda da muralha de Jericó, após a marcha de soldados por seis dias, em torno da mesma, acrescido a de marcha os sons da trombeta dos sacerdotes e gritos do exército no sétimo dia, tal como descrito no capítulo 6 do livro bíblico de Josué.

Identificamos os argumentos produzidos pelos estudantes e exploramos a estrutura dos mesmos fazendo uso do Padrão Argumentativo de Toulmin (PAT) (SASSERON; CARVALHO, 2011; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Toulmin (2006) identificou que os argumentos, em termos de estrutura são compostos por: Dados (D), declarações usadas como evidência para sustentar as conclusões; Conclusões (C): assertivas sobre o que existe ou valores que asseguram às pessoas garantias; Garantias (W): declarações que explicam as relações entre os dados e as conclusões; Conhecimento básico (B): assunções fundamentais (normalmente feitas de forma não explícita); Refutação (R): declarações que contradizem os dados, garantias, conhecimento básico ou qualificadores modais de um argumento; e Qualificadores modais (Q): condições especiais sobre as quais as conclusões são verdadeiras.

Este padrão de argumentação pode ser lido a partir do esquema da Figura 1.



**Figura 1** - Padrão de argumento (Fonte: TOULMIN, 2006).

## Resultados

A princípio, os alunos estranharam a utilização de um texto bíblico em uma aula de Metodologia do Ensino de Física. Nove dentre os 14 estudantes da turma A e sete dos dez estudantes da turma B não conheciam a história da queda das muralhas de Jericó. Os demais estudantes de ambas as turmas, que afirmaram conhecer esta história, comentaram que nunca haviam pensado nela em termos de Física. Embora os estudantes tivessem achado diferente a utilização de texto bíblico em aula sobre física não houve resistência de nenhum deles quanto a sua utilização.

Assim que os textos com o capítulo 6 de Josué foram entregues aos grupos, os seus integrantes os leram. Os que não conheciam a história ficaram surpresos com a descrição da forma como a muralha caiu e também com a ordem dada ao exército israelita de matar todos os seres vivos (pessoas e animais) de Jericó e fizeram comentários acerca disto. Neste momento houve a intervenção do professor, de forma a direcionar a discussão especificamente acerca da queda da muralha e a existência, ou não, de fenômenos físicos envolvidos neste evento. Como mencionado anteriormente, as aulas foram audiogravadas. Apresentamos abaixo transcrição das falas do Grupo 1 por ser um grupo onde havia um estudante evangélico – doravante nomeado de aluno A2-, fator que poderia potencializar a possibilidade de análise baseada em conhecimento bíblico ao invés de conhecimentos da área da física.

**Quadro 1** - discussão ocorrida no Grupo 1 acerca da queda das muralhas de Jericó

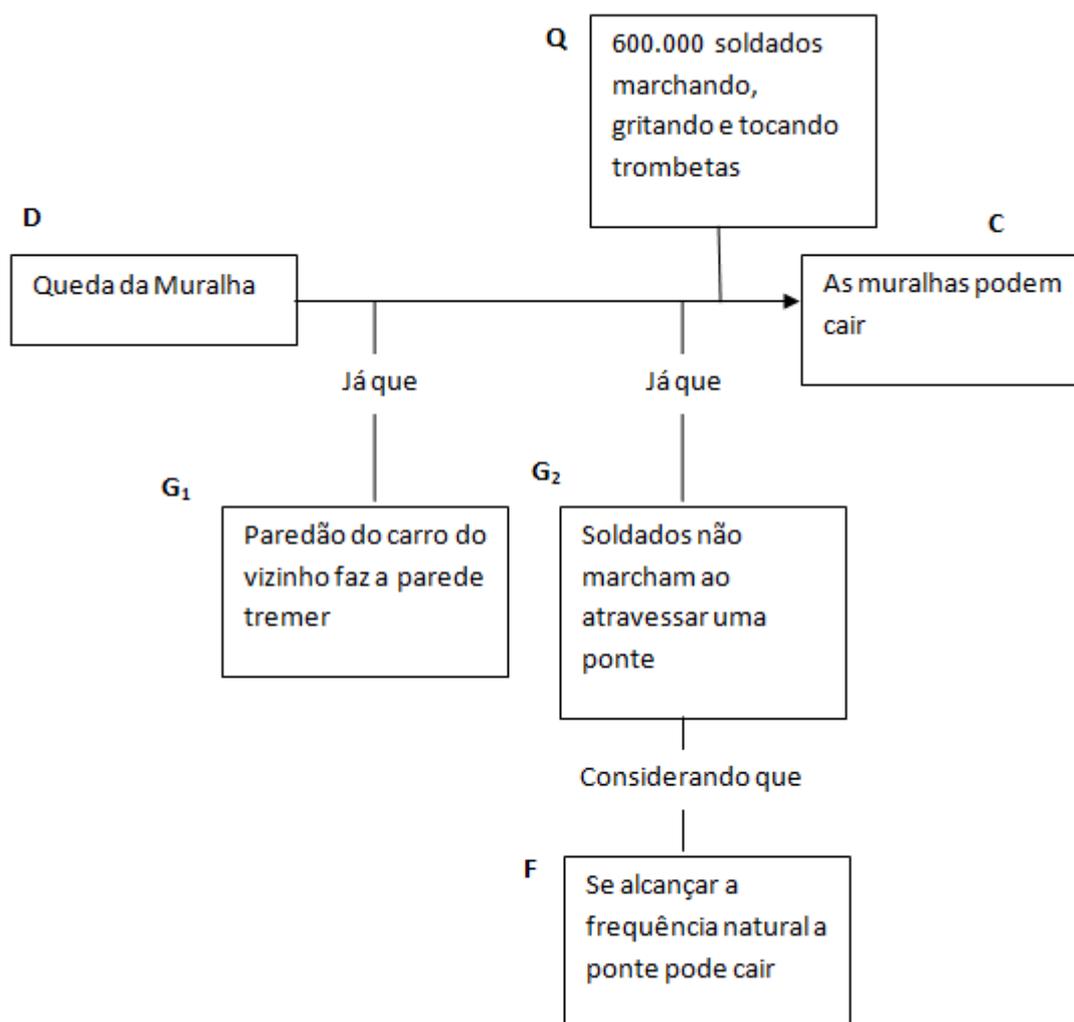
Turno	Fala	Comentário
1	Aluno 2 - <i>Esta história eu conheço! Vocês conhecem?</i>	
2	A1 e A3 - <i>Não.</i>	
3	Aluno 2 - <i>deixa que eu leio o texto para vocês. (leitura em voz alta)</i>	
4	<b>LEITURA DO TEXTO</b>	
5	A3 - <i>a Bíblia é cheia de mentiras. Onde já se viu derrubar uma</i>	<i>Aqui é exposto o dado: relato</i>

	<i>muralha com grito.</i>	<i>bíblico da queda da muralha de Jericó e <b>refutação</b>: a bíblia é cheia de mentiras, dúvidas que grito possa derrubar a muralha</i>
6	<i>A2 - A Bíblia não é cheia de mentiras! Há muito tempo que tentam provar que ela está errada, mas não conseguem.</i>	<i>Inicia-se uma discussão fora do foco da aula</i>
7	<i>A1 - deixem de discussão boba. Vamos fazer o que o professor pediu. Ele pediu para discutirmos se era possível, fisicamente, ocorrer o que está descrito no texto.</i>	<i>Ocorre a intervenção do aluno A1 para encerrar a discussão e direcionar atenção do grupo para o questionamento feito pelo professor</i>
8	<i>A2 - para mim é, e falo isto não porque eu acredito na Bíblia, mas sim porque nesta história não foi só o grito que derrubou a muralha: também teve a marcha de mais de 600.000 soldados por uma semana e as trombetas!</i>	<i>O aluno A2 apresenta novos dados que servem como <b>qualificadores</b> da possibilidade de ocorrer a queda como está descrito no texto lido</i>
9	<i>A3 - Se o paredão do carro<sup>4</sup> do meu vizinho já faz a parede de minha casa mexer, imagina 600.000 soldados marchando juntos, gritando e tocando trombetas! Deve ser um impacto grande.</i>	<i>Esta colocação do aluno A3 corrobora com o turno anterior. Nesta passagem, é colocada a primeira <b>garantia</b>, o paredão de som.</i>
10	<i>A2 - e então! Não é por causa disto que os soldados não marcham quando vão atravessar uma ponte?</i>	<i>Aqui é apresentada uma informação que tem função de <b>garantia</b></i>
11	<i>A1 - Não atravessam a ponte marchando para evitar que a vibração dos passos chegue à frequência natural da ponte e ela caia.</i>	<i>É exposto o conceito físico de <b>fundamenta</b> a queda das muralhas</i>
12	<i>A3 - então se a vibração causada pela marcha, trombetas e gritos fez a muralha chegar à sua frequência natural...</i>	<i>Exposto novamente os <b>qualificadores</b></i>
13	<i>A2 - (interrompendo o aluno 3) então é fisicamente possível que a muralha caísse como está descrito!</i>	<i>É apresentada a <b>conclusão</b> da argumentação</i>

Identifica-se neste trecho que o aluno A2, que é evangélico, defendeu o seu ponto de vista, mas não o fez baseado em fé no sobrenatural, e sim apresentando qualificador e garantia empírica e construindo conclusão a partir do qualificador e da garantia empírica apresentados. A garantia apresentada por A1 e A3 corrobora a perspectiva apresentada pelo Aluno A2.

Abaixo, na Figura 2, apresentamos esquema gráfico da estrutura do argumento apresentado no Quadro 1. Para facilitar a compreensão especificamos letras para indicar cada um dos seis elementos da argumentação no PAT, a saber: dados (D), conclusões (C), garantias (W), conhecimento básico ou fundamento (F), refutação (R) e qualificador modal (Q).

<sup>4</sup> - paredão é o nome dado ao sistema de som automotivos cujos altos falantes ocupam todo o porta mala do carro ou mesmo uma carroça rebocada pelo mesmo.



**Figura 2** - argumentos apresentados pelo Grupo 1 para a resolução do problema

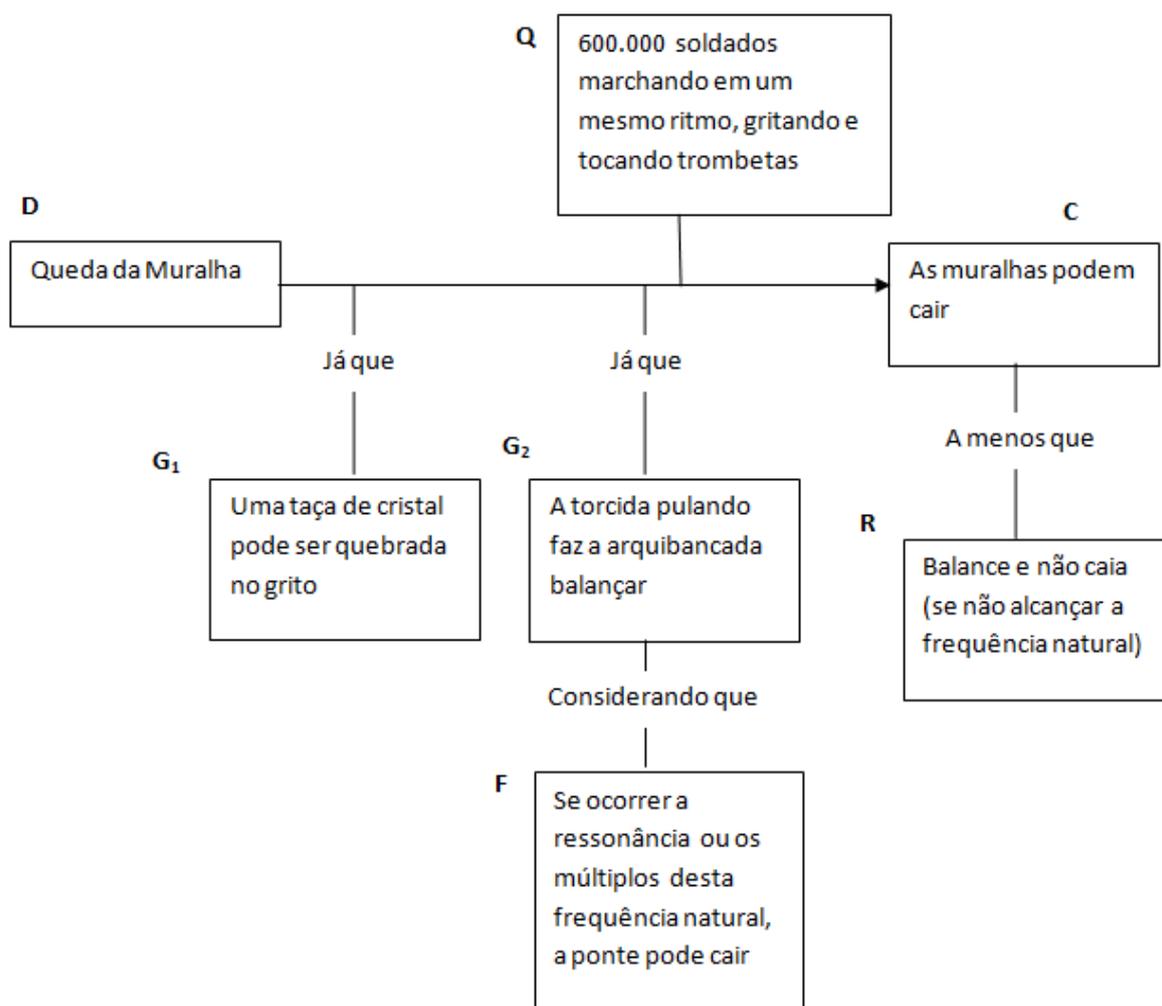
Estrutura de argumento semelhante à exposta acima ocorreu no Grupo 6:

**Quadro 2** - discussão ocorrida no Grupo 6 acerca da queda das muralhas de Jericó

Turno	Fala	Comentário
62	A19 - <i>Vamos lá, o que é para a gente fazer mesmo?</i>	
63	A20 - <i>é para a gente ler o texto da Bíblia e falar se é fisicamente possível o que está descrito.</i>	É exposto o <b>dado</b> a ser investigado
64	A19 - <i>me dá aqui, deixa eu ler (leu em voz alta)</i>	
65	<b>LEITURA DO TEXTO</b>	
66	A20 - <i>Derrubaram a muralha no grito? Rapaz...</i>	
67	A18 - <i>Meu irmão, gritar e derrubar uma muralha com este grito é impossível!</i>	<b>Refutação</b> , sem embasamento.
68	A19 - <i>(inaudível)</i>	
69	A20 - <i>Mas é possível quebrar uma taça de cristal com um grito. E lembre-se que eram mais de 600.000 gritando juntos. Ah, tinha as trombetas também...</i>	É apresentado outro fenômeno como <b>garantia</b> e exposto os primeiros <b>qualificadores</b>
70	A18 - <i>Mas, mesmo sendo 600.000 e tendo as trombetas, não é possível!</i>	Nova tentativa de <b>refutador</b> , também sem embasamento.
71	A20 - <i>é verdade. Quando se fala em muralha a gente pensa logo naquelas fortalezas, com o muro de pedra bem largo. Derrubá-los com gritos e trombetas...</i>	
72	A19 - <i>(interrompendo o A20) Certo, mas vocês estão esquecendo que os soldados estavam marchando quando gritaram? Imaginem mais de 600.000 pessoas pisando juntas no chão, no mesmo ritmo. Dá para balançar tudo.</i>	Exposto mais um <b>qualificador</b> , a marcha ritmada dos soldados.
73	A18 - <i>É verdade, é muita gente marchando junto! Se em um estádio a torcida, em número bem menor, pulando junta balança as arquibancadas, acho que a marcha dos soldados poderia ter balançado as muralhas mesmo!</i>	Apresentada outro evidência empírica semelhante como <b>garantia</b>
74	A19 - <i>Mas, de balançar para cair tem uma diferença.</i>	<b>Refutação</b>
75	A20 - <i>Se ocorrer a ressonância, a muralha cai mesmo. Imagina só a marcha, junto com os gritos e as trombetas... Se chegou à frequência natural ou aos seus múltiplos, a muralha caiu mesmo!</i>	Apresentado neste último turno o <b>fundamento</b> e a <b>conclusão</b> .

Podemos perceber nesta conversa que alguns integrantes do Grupo 6 no processo de interação verbal mudam seu entendimento acerca da queda do muro. O estudante A18 nos turnos de fala 67 e 70 afirma da impossibilidade da queda devido à marcha e som. Entretanto, após a garantia apresentada por A19 no turno de fala 72 o estudante A18 apresenta no turno 73 uma nova posição. Temos exposto nesta passagem, de forma explícita, a importância da interação verbal entre os participantes do grupo. O estudante A18 influenciado pela garantia apresentada por A19 também apresenta garantia utilizando-se de evidencia empírica, no caso o conhecimento sobre o balançar de arquibancada de estádio. Tal como no Grupo 1 anteriormente, a construção do argumento também se deu de maneira coletiva.

Na Figura 3, abaixo, expomos o PAT do referido grupo.



**Figura 3** - argumentos apresentados pelo Grupo 6 para a resolução do problema

O Grupo 6, em relação aos demais, foi o que apresentou maior profundidade teórica, pois, foi o único em que foi citado os múltiplos da frequência natural. Este foi o único dos sete grupos que apresentou uma refutação fundamentada. Podemos verificar claramente que um maior embasamento teórico possibilita uma argumentação mais "completa", segundo o modelo PAT.

Nos demais grupos ocorreram conteúdos de fala semelhantes. Após os grupos chegarem a consenso sobre a possibilidade de uma muralha cair devido à marcha do exército e sons os grupos recorreram aos livros de Física que estavam disponíveis para poderem elencar o(s) fenômeno(s) físico(s) que estava(m) envolvido(s) no evento estudado. Tal atitude sugere que os estudantes reconhecem os livros didáticos como fonte de saber científico.

Os grupos buscaram livros que tratassem sobre fenômenos ondulatórios e, preencheram um quadro no qual se encontravam três colunas, a saber: Ocorrido (fato);

Possível causa; Fenômeno. As respostas dadas pelos grupos, nas fichas, são apresentadas na íntegra no Quadro 3, abaixo.

**Quadro 3** - Respostas dos estudantes

	Ocorrido	Possível causa	Fenômeno
<b>Grupo 1</b>	A queda da muralha de Jericó	Vibração causada pelos instrumentos de sopro, pela marcha dos soldados e pelos gritos	Ressonância
<b>Grupo 2</b>	As muralhas de Jericó caíram	Gritos, som das trombetas e marcha dos soldados	Ressonância
<b>Grupo 3</b>	Queda das muralhas	Vibração da marcha dos soldados e dos seus gritos	Ressonância
<b>Grupo 4</b>	A queda das muralhas	Marcha dos soldados e som dos gritos	Ressonância
<b>Grupo 5</b>	Queda da muralha de Jericó	Som proveniente dos gritos e das trombetas e a marcha dos mais de 600.000 soldados	Ressonância
<b>Grupo 6</b>	Queda da muralha	Marcha e som	Ressonância
<b>Grupo 7</b>	Queda das muralhas de Jericó	Durante sete dias eles [os soldados] marcharam em uma dada frequência, na qual, aos poucos foi atingindo a frequência natural de vibração do muro. Quando a atingiu, a muralha caiu. Além da marcha teve o som que também ajudou na queda da muralha	Ressonância

Após preencherem as fichas, cada grupo expôs os resultados destas para a turma e explanaram o porquê de suas respostas. Todos os grupos falaram sobre as vibrações causadas tanto pelo som, quanto pelo impacto da marcha dos soldados, ligando a queda da muralha com fenômenos ondulatórios e relatando que, fisicamente, era possível que a muralha tivesse caído tal como descrito em Josué 6.

Foi possível constatar que a atividade possibilitou em sala de aula a produção de argumentação com conhecimentos advindos de evidências empíricas e da área da física (no caso conhecimento acerca do fenômeno de ressonância). Desta forma os estudantes analisaram o fenômeno descrito com base na cultura científica.

Defendemos que a atividade colabora para vivência de atitudes características da natureza da produção do conhecimento científico e contribui para evitar a tão comum visão algébrica e de física descontextualizada da realidade na qual os alunos entram em contato com a física através de imensas listas de exercícios, memorização de fórmulas, descontextualizado da sua realidade (ANDRADE; MAIA JÚNIOR, 2008; BEZERRA et al, 2009; CAVALCANTE et al, 2009; LESTINGE; SORRENTINO, 2008; MONTEIRO; TEIXEIRA, 2004; REIS; LINHARES, 2008; TEIXEIRA, 2003).

### **À guisa de conclusões**

O fato de levarmos para a sala de aula um texto bíblico para trabalhar conteúdos de física acabou se mostrando um motivador para os licenciandos, pois era algo totalmente distinto do que eles haviam trabalhado até o momento.

As respostas dadas pelos licenciandos demonstram que estes souberam transpor os conhecimentos adquiridos e utilizá-los em outros contextos, isto é: utilizar os conhecimentos escolares adquiridos na área de física para explicar algo real, superando a visão mecânica e acrítica a qual normalmente estão vinculados. Considerando que os licenciandos estão sendo capacitados para trabalhar com a física na educação básica, ter vivências que os inspirem a criar situações pedagógicas que superem tão visão é de extrema relevância. Nesse sentido acreditamos que a vivência da prática pedagógica em tela constituiu para os licenciandos mais uma possibilidade de inspiração metodológica para o ensino de física. A situação didática também oportuniza a prática do discurso argumentativo em sala de aula e, por conseguinte, a prática de características da cultura científica.

Um aspecto positivo da prática pedagógica foi a vivência da natureza de produção dos conhecimentos científicos sem colocar a ciência como um modo superior em relação ao conhecimento religioso. De fato, foram vivenciadas características da natureza científica deixando-se completamente excluídos espaços para críticas a natureza do conhecimento religioso. Tínhamos como objetivo verificar se a atividade proposta permitia aos estudantes reflexão sobre a natureza dos conhecimentos científicos e bíblico de modo multicultural.

Reconhecemos que, embora se possa afirmar que a atividade proposta permitiu aos estudantes reflexão sobre a natureza dos conhecimentos científicos, enquanto estudo tivemos duas lacunas que interferiram na avaliação da eficácia da atividade proposta para o fim a qual foi elaborada. A primeira lacuna é que não houve reflexão sobre a natureza dos conhecimentos científicos e bíblicos. Houve a vivência de prática que mobilizava a natureza dos conhecimentos científicos. Se estamos formando futuros professores, tendo em mente que o número de evangélicos no Brasil tem crescido, é preciso que a prática pedagógica seja reelaborada de modo a possibilitar tal reflexão. Uma outra lacuna é que predominou o número de estudantes que desconheciam o texto bíblico. Esse aspecto nos leva a pensar que os estudantes não tinham formação religiosa que toma a Bíblia por verdade inquestionável e, por conta disto não iriam recorrer a dogmas para analisar a indagação para eles posta. Em síntese: a atividade parece ser promissora para o objetivo para o qual foi criada, mas faz-se necessário prosseguirmos na sua avaliação.

## Referências

- ANDRADE, C. R.; MAIA JUNIOR, M. S. Ensino da Física e o cotidiano: a percepção do aluno de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena**, v. 4, n. 4, p. 044401-1- 044401-8, abr. 2008. Disponível em <<http://www.scientiaplenua.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/610/268>>. Acesso em 17 Dez. 2016.
- AYDIN, H. Multicultural education curriculum development in Turkey. **Mediterranean Journal of Social Science**, v. 3, n. 3, p. 277-287, 2012. Disponível em: <[https://dokupdf.com/download/multicultural-education-curriculum-development-in-turkey-\\_5a027729d64ab2b9b9db9bee2d9\\_pdf](https://dokupdf.com/download/multicultural-education-curriculum-development-in-turkey-_5a027729d64ab2b9b9db9bee2d9_pdf)>. Acesso em: 15 Jan. 2018.
- BAGDONAS, A.; SILVA, C. C. Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion. **Science & Education**, v. 24, i. 9, pp. 1173-1199, 2015.
- BANKS, J. A.; BANKS, C. A. M. **Multicultural Education: Issues and Perspectives**. 7th Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.
- BAR-YOSEF, O. The Walls of Jericho: An Alternative Interpretation. **Current Anthropology**, v. 27, i. 2, pp. 157-162, Apr., 1986.
- BERRY, J. W.; KALIN, R. Multicultural and ethnic attitudes in Canada: An overview of the 1991 National Survey. **Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement**, v. 27, n. 3, p. 301, 1995.
- BEZERRA, D. P.; GOMES, E. C. S.; MELO, E. S. N.; SOUZA, T. C. A evolução do ensino da física – perspectiva docente. **Scientia Plena**, v. 5, n. 9, p. 094401-1 - 094401-8, set. 2009. Disponível em <<http://www.scientiaplenua.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/672/342>>. Acesso em 17 Dez. 2016.
- BILLAUER, B. P. Case Studies in Scientific Statecraft Warfare: Joshua's Battle of Jericho. **Social Science Research Network**, March 17, 2013b. Disponível em <<http://ssrn.com/abstract=2234730>>. Acesso em 26 jun. 2016.
- BILLAUER, B. P. Joshua's Battle of Jericho: Scientific Statecraft in Warfare - Lessons in Military Innovation and Scientific Tactical Initiative. **Social Science Research Network**, February 16, 2013a. Disponível em <<http://ssrn.com/abstract=2219488>>. Acesso em 26 nov. 2015.
- BRASIL. **Lei n° 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Senado, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 05 Jan. 2017.
- CARNEIRO, S. S.; CONTINS, M. Religião nas escolas: comparação entre Brasil e EUA. 25a. **Reunião Brasileira de Antropologia**, Goiânia, junho de 2006, publicado em CD.
- CARVALHO, A. M. P; GIL-PÉREZ, D. E. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2001. (Coleção Questões de Nossa Época. v. 26).
- CARVALHO, G. S.; TRACANA, R. B.; SILVA, P. R.; ARAÚJO, E.; CALDEIRA, A. M. The influence of religion on portuguese and brazilian teachers: conceptions about the origin of life. In: BRUGUIÈRE, C.; TIBERGHIE, A.; CLÉMENT, P. (General Eds.). **eBook proceedings of the ESERA 2011 Conference - Science Learning and Citizenship**. Part 11: Cultural, Social and Gender issues, pp.6-11, 2012. Disponible in: <[http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18318/1/Pt%2bBr\\_TeachersBeliefs.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18318/1/Pt%2bBr_TeachersBeliefs.pdf)>. . Acess: 08 Jan. 2017.
- CATELLI, F.; MARTINS, J. A.; GIOVANNINI, O. Como localizar o epicentro de um terremoto? **Cad Bras Ens Fís**, v. 32, n. 2, p. 529-541, ago. 2015. Acesso em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015.v32n2p529>>. Acesso em: 22 Jan. 2018

- CAVALCANTE, D. C. de M.; SOUZA, T. C.; SILVA, S. A.; MELO, E. S. do N. A representação social construída por licenciandos acerca do curso de física. **Scientia Plena**, vol. 5, num. 8, p. 082702-1 - 082702-5, ago. 2009. Disponível em <<http://www.scientiaplena.org.br/ojs/index.php/sp/article/view/642/304>>. Acesso em 17 Dez. 2016.
- COBERN, W. Worldview theory and conceptual change in science education. **Science Education**, v. 80, i. 5, p. 579 – 610, 1996. Disponible in: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5%3C579::AID-SCE5%3E3.0.CO;2-8/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5%3C579::AID-SCE5%3E3.0.CO;2-8/pdf)>. Acess: 08 Jan. 2017.
- COLLIER, P.; HOEFFLER, A. Greed and Grievance in Civil War. **Oxford Journals Oxford Economic Papers (print)**, v. 56, i. 4, pp. 563-59, 2004.
- CONNOR, S. Ears Have Walls: On Hearing Art. In: KELLY, Caleb (ed.). **Sound**. Cambridge, MA: MIT Press, 2011. Disponível em: <<http://www.stevenconnor.com/earshavewalls/>>. Acesso em 03 dez. 2016.
- COUTINHO; Cadidja; RUPPENTHAL, Raquel. Cultura e educação científica: alternativas pedagógicas para inserção do multiculturalismo na formação inicial de professores. **Revista Signos**, Lajeado, ano 37, n. 1, p. 35 - 48, 2016. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/signos/article/view/999>>. Acesso em: 24 Jan. 2018.
- DICIO. **Dicionário Online de Português**. Leça do Balio - PT: 2018. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/cultura/>>. Acesso em: 23 Jan. 2018.
- EDWARDS, F. Why Creationism Should Not Be Taught As Science. **Creation Evolution Journal**, v. 2, n. 1, Quarter: Winter Page(s): 6–36, 1981. Disponível em: <<https://ncse.com/cej/2/1/why-creationism-should-not-be-taught-as-science>>. Acesso em: 2 Jan. 2017.
- EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. The relationship between science and religion in the education of protestant biology preservice teachers in a brazilian university. **Cultural Studies of Science Education**, Dordrecht, v. 5, i. 1, p. 103-125, 2010.
- FISHER, R. **The Walls of Jericho**. Michigan: The University of Michigan Press, 1997.
- GAUCH Jr, H. G. Science, worldviews, and education. **Science & Education**, p. 1-29, 2006. Disponível em: <[http://www2.geog.ucl.ac.uk/~mdisney/teaching/GEOGG121/bayes/gauch\\_worldview.pdf](http://www2.geog.ucl.ac.uk/~mdisney/teaching/GEOGG121/bayes/gauch_worldview.pdf)>. Acesso em: 07 Jan. 2017.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 8. ed. São Paulo: LTC, 2008. v. 2.
- IBGE. **População por religião** (população presente e residente). Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: < <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP60>>. Acesso em: 08 Jan. 2017.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. “Doing the lesson” or “doing science”: argument in high school genetics. **Science Education**, Hoboken, v. 84, p. 757-792, 2000.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.
- KAISER Jr, W. C. **The Old Testament Documents: Are They Reliable and Relevant?** Westmont – USA: InterVarsity Press, 2011.
- KAYA, A. Multiculturalism: The culturalisation of what is social and political. **Perceptions**, v. 18, n. 3, p. 63-91, 2013. Disponível em: <<http://www.sam.gov.tr/wp-content/uploads/2014/02/Ayhan-Kaya.pdf>>. Acesso em 17 Jan. 2018.

- KENYON, K. M. **Excavations at Jericho: The Architecture and Stratigraphy of the Tell.** Vol. III. London: British School of Archaeology in Jerusalem, 1981.
- LESTINGE, S.; SORRENTINO, M. As contribuições a partir do olhar atento: Estudos do meio e a educação para a vida. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 601-19, 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n3/a15v14n3.pdf>>. Acesso em 2 Jan. 2017.
- LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. **Human Development**, 6, 332-360, 2000.
- MADSEN, V. Cantata of Fire: Son et lumière in Waco Texas, auscultation for a shadow play. **Organised Sound**, v. 14, i. 01, April 2009, pp 89 - 99. Disponível em <[http://journals.cambridge.org/abstract\\_S1355771809000119](http://journals.cambridge.org/abstract_S1355771809000119)>. Acesso em 14 Nov. 2016.
- MAHNER, M.; BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? **Science and Education**, v. 5, i. 2, pp. 101-123, 1996.
- MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n. 1, p. 7-25, mar. 2004. Disponível em <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID108/v9\\_n1\\_a2004.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID108/v9_n1_a2004.pdf)>. Acesso em 17 Dez. 2016.
- NUMBERS, R. L. O Eterno Conflito Entre Ciência e Religião: Um Mito? **Revista A3**, Nº 2, p.18-19, Setembro 2012. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/revistaa3/files/2013/10/18-19.pdf>>. Acesso em: 06 Jan. 2017.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor.** 4ª ed. rev. 5ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blucher, 2009, v. 2.
- REIS, E. M.; LINHARES, M. P.. Integrando o espaço virtual de aprendizagem “Eva” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no ensino médio. **Ensaio**, Vol. 10, n. 2, p. 1-22, 2008. Disponível em <<http://150.164.116.248/seer/index.php/ensaio/article/view/155/225>>. Acesso em 17 Dez. 2016.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO; A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em <[www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/07.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/07.pdf)>. Acesso em 15 Dez. 2016.
- SELLES, S. E.; DORVILLÉ, L. F. M.; PONTUAL, L. V. Ensino religioso nas escolas estaduais do Rio de Janeiro: implicações para o ensino de ciências/biologia. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 22, n. 4, p. 875-894, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n4/1516-7313-ciedu-22-04-0875.pdf>>. Acesso em: 7 Jan. 2017.
- SHIPMAN, H. L.; BRICKHOUSE, N. W.; DAGHER, Z.; LETTS, W. J. Changes in student views of religion and science in a college astronomy course. **Science Education**, v. 86, i. 4, pp.526-547, 2002.
- SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: research and development in the Science classroom. **International Journal of Science Education**, v. 28, issue 2-3, 2006, p. 235-260. Disponível em <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690500336957>>. Acesso em: 16 Dez. 2016.
- SMITH, S. M.; MARTINIS, C. R.; BAUMGARDNER, J.; MENDILLO, M. All-sky imaging of transglobal thermospheric gravity waves generated by the March 2011 Tohoku Earthquake. **Journal of Geophysical Research**, v. 120, n. 12, December 2015, p. 10,992 – 10,999. Disponível em: [onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015JA021638/full](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015JA021638/full)>. Acesso em: 19 Jan. 2018

- SPANIERMAN, L. B.; OH, E.; HEPPNER, P. P.; NEVILLE, H. A.; MOBLEY, M.; WRIGHT, C. V.; DILLON, F. R.; NAVARRO, R. The multicultural teaching competency scale: Development and initial validation. **Urban Education**, v. 46, p. 440-464, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/0042085910377442>>. Acesso em: 20 Jan. 2018.
- TEIXEIRA, F. M. É possível argumentação sem controvérsia? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** [online], Belo Horizonte, v. 17, n. esp., pp.187-203, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00187.pdf>>. Acesso em: 19 Dez. 2016.
- TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Ciênc. educ. (Bauru)** [online], vol.16, n.3, pp.667-677, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n3/v16n3a11.pdf>>. Acesso em: 07 Jan. 2017.
- TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/03.pdf>>. Acesso em 17 Dez. 2016.
- TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- USGS. Earthquakes. Reston - VA (USA), 2017. Disponível em: <<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- YILDIRIM, Soner; TEZCI, Erdoğan. Teachers' Attitudes, Beliefs and Self-Efficacy about Multicultural Education: A Scale Development. **Universal Journal of Educational Research**, v. 4, n. 12A, p. 196-204, 2016. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1126044.pdf>>. Acesso em: 25 Jan. 2018.
- YOUTUBE. **A ponte cai** - ressonância (real). Publicado em 10 setembro 2011. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=0Iwwdi17FTM>>. Acesso 03 ago. 2014.
- YOUTUBE. **Quebrou a taça no grito** - Eliana 16-12-2012. Publicado em 16 dezembro 2012. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=gnwntgY3t9o>>. Acesso 03 ago. 2014.

**Recebido em:** 21.07.2017

**Aceito em:** 28.12.2017