

Alfabetização Científica e propostas curriculares para o ensino de Ciências

Scientific Literacy and Curricular Proposals for Science Teaching

Paulo S. de Camargo Filho

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
paulocamargo@utfpr.edu.br

Andreia F. Zompero

Universidade Norte do Paraná
andzomp@yahoo.com.br

Carlos Eduardo Laburú

Universidade Estadual de Londrina
laburu@uel.br

Resumo

Os marcos referenciais do *Programme for International Student Assessment* (PISA), Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, abordam a necessidade de Alfabetização Científica e apontam quais as competências seriam necessárias para almejá-la. Assim, buscamos neste estudo responder quais os direcionamentos para a perspectiva de Alfabetização Científica apresentados em documentos oficiais de ensino no Brasil, juntamente com as reformas necessárias para que isso ocorra. Para isso, desenvolvemos um estudo sobre os principais documentos que orientam as propostas curriculares na atualidade, como Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, Orientações Curriculares Nacionais, Pacto Nacional para o fortalecimento do Ensino Médio, Marcos teóricos do PISA, com o objetivo de responder ao questionamento proposto.

Palavras chave: Alfabetização Científica, Currículo, PISA.

Abstract

The frameworks of the *Programme for International Student Assessment* (PISA), an international student assessment program, address the need for scientific literacy and indicate which competencies would be required to achieve it. Thus, we aim in this study point the directions for the perspective of Scientific Literacy presented in official teaching documents in Brazil, together with the necessary reforms for this to occur. To do this, we have developed a study on the main documents that guide current curricular proposals, such as National Curricular Parameters, Natural Sciences, Mathematics and Technologies, National Curricular Guidelines, National Pact for Strengthening High School, Theoretical Frameworks of PISA, with the objective of answering the proposed question.

Key words: Scientific Literacy, Curricular Proposals, PISA

Introdução

Os avanços científicos e tecnológicos têm provocado mudanças significativas na sociedade. As recentes revoluções em áreas como a Computação, Genética e Automação, por exemplo, provocaram intenso impacto social e isso vem contribuindo para despertar o interesse público sobre esses assuntos (Valério e Bazzo, 2006). Conforme os autores, a divulgação da ciência e da tecnológica surge como importante ferramenta educativa, que está inserida no âmbito social por meio de diferentes mídias. Essas modificações sinalizam a necessidade de repensarmos a formação das crianças e dos adolescentes. As necessidades formativas dos alunos têm sido cada vez mais enfatizadas e direcionadas para a compreensão dos fenômenos naturais e sociais, para o entendimento das relações que se estabelecem entre a ciência, a tecnologia e suas implicações na sociedade no intuito de prepará-los para reflexão, discussões e tomadas de decisões concernentes aos impactos produzidos pelos avanços da ciência e da tecnologia na atualidade.

Nesse aspecto, a escola assume papel preponderante por favorecer aos estudantes a apropriação de conhecimentos, além de oportunizar discussões acerca da prática social. Por isso, um dos principais objetivos na atualidade que se referem à formação dos estudantes para o ensino das áreas que envolvem as Ciências da Natureza é a Alfabetização Científica, termo que foi produzido e por Paul Hurd em 1958 e posteriormente aperfeiçoado por Laugksch em 1999.

Para que a proposta de Alfabetização Científica se efetive na educação formal, diversas medidas que envolvem políticas públicas, bem como documentos oficiais que orientam os currículos, têm sido implementadas em âmbito nacional e internacional. Os marcos referencias do *Programme for International Student Assessment* (PISA), Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, abordam também a necessidade de Alfabetização Científica e apontam quais as competências seriam necessárias para almejá-la. Assim, buscamos neste estudo responder quais as perspectivas de Alfabetização Científica apresentadas em documentos oficiais de ensino no Brasil, juntamente com as reformas necessárias para que isso ocorra.

É importante salientar que, ao longo da última década, o Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) da OCDE tornou-se o principal critério mundial para avaliar a qualidade, a equidade e a eficiência dos sistemas escolares (OCDE, 2017). Ao identificar as características gerais e específicas dos sistemas educacionais de alto desempenho, o PISA busca fornecer elementos para que governos e educadores identifiquem políticas efetivas que possam se adaptar aos seus contextos locais. A última avaliação realizada 2015 concentrou seu foco de análise em Ciências e, para além da proficiência acadêmica dos alunos, buscou também oferecer um exame mais detalhado a respeito do bem-estar desses estudantes.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizada uma pesquisa documental em fontes primárias sobre alguns dos principais documentos que orientam as propostas curriculares no Brasil e também no mundo. Os documentos analisados que embasam as propostas curriculares brasileiras foram os Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, as Orientações Curriculares Nacionais, o Pacto Nacional para o fortalecimento do Ensino Médio. A análise de documentos internacionais focou a pesquisa nos marcos teóricos do PISA, nas reformas educacionais propostas em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, assim como as políticas de valorização das áreas Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM, em inglês). No intuito de responder ao questionamento

proposto, para realizar a investigação nos documentos tomou-se por base a concepção de Alfabetização Científica e as orientações propostas nesses materiais para o trabalho com o referido tema, bem como as possíveis habilidades e competências necessárias que os estudantes desenvolvam para serem considerados alfabetizados em ciência.

Reformas Educacionais e os Marcos Teóricos PISA

No século XXI, concluir o ensino médio preparado para a educação em nível superior significa ter uma sólida formação nas áreas diretamente relacionadas ao STEM. O acrônimo STEM se refere às disciplinas acadêmicas nas áreas Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (Science, Technology, Engineering and Mathematics). O termo é comumente associado à abordagem de políticas educacionais e propostas curriculares com o objetivo de aprimorar a competitividade no desenvolvimento de Ciência e Tecnologia.

O domínio da Ciência e Tecnologia não compete mais apenas para futuros cientistas e engenheiros, é uma preparação essencial para todos os estudantes. A despeito de um aumento global de matrículas no ensino pós-secundário na última década, a porcentagem de universitários graduados nas áreas englobadas pelo STEM diminuiu (ESTADOS UNIDOS, 2012). Por mais semelhante que essa informação possa ser com a realidade brasileira, esta declaração vem do U.S. Department of Education - Departamento de Educação dos Estados Unidos da América, país que investe 2,66% do seu PIB em pesquisa e desenvolvimento, correspondendo a um investimento em 2013 de US\$ 423 bilhões e ocupa o primeiro lugar no ranking de investimento absoluto em pesquisa. Em termos de comparação, o Brasil investe 1,30% do seu PIB em pesquisa e desenvolvimento, que corresponde a US\$ 31,9 bilhões (BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE, 2013).

Para o Departamento de Educação dos Estados Unidos, é necessário aumentar o número de alunos que buscam as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática em seus estudos acadêmicos e carreiras profissionais e aperfeiçoar a formação para a próxima geração de engenheiros, cientistas, matemáticos e técnicos. Desde o início do século 20, a renda per capita média nos Estados Unidos cresceu mais de sete vezes, sendo o investimento em Ciência e Tecnologia responsável por mais de metade deste crescimento. Para eles, é incontestável que o mundo herdado pelos atuais estudantes será definido por um grau ainda maior da Ciência e Tecnologia (EUA, 2012).

A preocupação dos Estados Unidos com a educação e pesquisa de alto nível não é recente. A Lei de Educação Elementar e Secundária (Elementary and Secondary Education Act - ESEA) foi assinada e incorporada à Lei de Direitos Civis em 1965. Desde então, a ESEA tem garantido subsídios aos distritos que atendem aos alunos de baixa renda, verbas federais para livros didáticos e acervo de bibliotecas públicas, o financiamento de centros de educação especial e bolsas de estudo para estudantes universitários de baixa renda. Além disso, a lei prevê verbas federais para órgãos estaduais de educação para melhorar a qualidade do ensino básico e secundário.

Apesar do investimento, na última década o desempenho dos estudantes americanos foi superado por diversos países no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (*Programme for International Student Assessment - PISA*), que estabelece um ranking internacional de educação pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O insatisfatório desempenho culminou em uma proposta de reformulação da ESEA, grande parte balizada pelo documento “A Blueprint for Reform: Reauthorizing the Elementary and Secondary Education Act” (EUA, 2010), sendo alvo de amplo debate político ao longo dos últimos 5 anos, e sua versão final sancionada pelo presidente Barack Obama em dezembro de

2015.

A nova lei chamada Every Student Succeeds Act (ESSA) inclui medidas que pretendem garantir que todos estudantes completem com êxito a educação básica (K-12) por meio de maiores investimentos públicos em educação. Entre as medidas adotadas estão o avanço na equidade e oportunidades ao garantir proteções cruciais para estudantes necessitados e desfavorecidos, a exigência que todos os estudantes sejam ensinados com altos padrões acadêmicos, que deverão prepará-los como cidadãos reflexivos para enfrentarem os desafios da sociedade determinados pelos avanços científicos e tecnológicos, além de novos sistemas de avaliação e gestão integrados, entre outros. A reforma norte americana vem ao encontro com os marcos teóricos estabelecidos pelo PISA concernentes às competências científicas necessárias que os estudantes necessitam desenvolver para que sejam alfabetizados cientificamente.

Por sua vez, com relação ao Brasil, observa-se que as propostas para alfabetizar cientificamente os estudantes e as orientações para como efetivá-las são mencionadas em diversos documentos oficiais de ensino. Além disso, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, tem oportunizado condições para a participação dos estudantes do Ensino Médio em diversos programas vinculados ao ensino de Ciências, como, por exemplo, a Iniciação científica Jr (CNPQ, 2016), com bolsas de pesquisa viabilizadas pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM), tem como objetivo fortalecer o processo de disseminação das informações e conhecimentos científicos e tecnológicos básicos, e desenvolver atitudes, habilidades e valores necessários à educação científica e tecnológica dos estudantes.

Outro processo paralelo de incentivo a ciências no Brasil são as feiras de ciências, de âmbito local, nacional e internacional. Essas feiras pretendem estimular o interesse e vocações em Ciências e Engenharia através do desenvolvimento de projetos criativos e inovadores. A Feira Brasileira de Ciências e Engenharia - FEBRACE (FEBRACE, 2016) é um movimento nacional de estímulo ao jovem cientista, que todo ano realiza na Universidade de São Paulo uma grande mostra de projetos. A FEBRACE assume um importante papel social incentivando a criatividade e a reflexão em estudantes da Educação Básica, por meio do desenvolvimento de projetos com fundamento científico, nas diferentes áreas das ciências e engenharia. Em consoante, a Feira de Inovação das Ciências e Engenharias - FICIENCIAS (FICIENCIAS, 2016) é um espaço para estudantes apresentarem ideias criativas e inovadoras com intuito de contribuir com a evolução no mundo das ciências. É considerado um local de integração e troca de experiências que aproxima estudantes e professores do Ensino Fundamental, Médio e Superior do Paraná – Brasil; Alto Paraná, Canindeyu e Caaguazú – Paraguai; e a Província de Misiones - Argentina. A feira visa ainda promover a cultura científica, a experimentação, a disseminação e a popularização do método científico. Ao término do evento, as melhores pesquisas são premiadas e podem receber o acompanhamento de um professor de nível superior para continuar seus projetos.

Apesar dos esforços, incentivos e avanços na Educação Básica, o desempenho dos estudantes brasileiros está abaixo da média dos alunos em países membros da OCDE em Ciências (401 pontos, comparados à média de 493 pontos), em leitura (407 pontos, comparados à média de 493 pontos) e em matemática (377 pontos, comparados à média de 490 pontos) (OCDE, 2015). Ainda, entre os países da OCDE, o desempenho em ciências de um aluno de nível socioeconômico mais elevado é, em média, 38 pontos superior ao de um aluno com um nível socioeconômico menor. No Brasil, esta diferença corresponde a 27 pontos, o que equivale a aproximadamente ao aprendizado de um ano letivo. A Figura 01 apresenta o desempenho do país em comparação com a média global da OCDE e abrange a performance em ciências do PISA, ilustrando os desafios de equidade que o país deverá enfrentar nos

próximos anos.

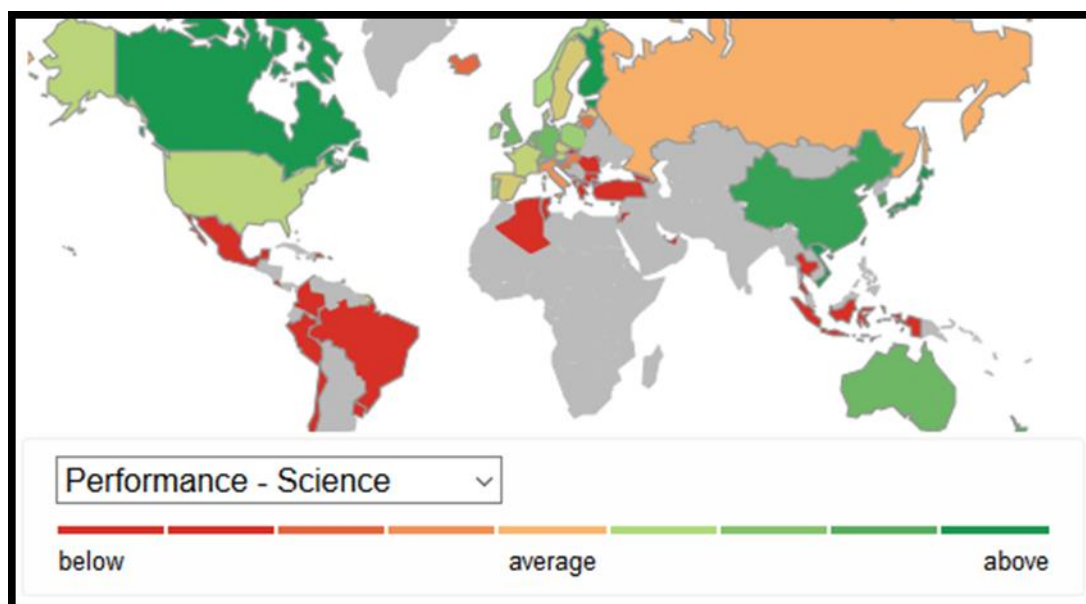


Figura 01: Performance Global no PISA em Ciências, 2015 (Fonte: <http://www.oecd.org/pisa/>)

As propostas curriculares e a perspectiva de Alfabetização Científica no Brasil.

Conforme mencionado anteriormente, vamos tomar por base três documentos que norteiam a educação científica no Brasil e também os marcos teóricos do PISA. Antes de estabelecermos uma discussão sobre as propostas curriculares é relevante esclarecermos o significado do termo Alfabetização Científica -AC. Assim, tomamos como referência o trabalho de Sasseron e Carvalho (2011) no qual as autoras realizaram uma revisão bibliográfica sobre a utilização do termo na perspectiva de diversos autores. Por se tratar de uma expressão polissêmica, entendida também como letramento e enculturação científica, as autoras supracitadas estabelecem três eixos estruturantes para a Alfabetização Científica. São eles, compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Analisaremos as propostas curriculares buscando elementos indicativos da alfabetização científica nessa perspectiva.

O primeiro refere-se aos Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, divulgado em 2002. Ao fazermos um estudo desse material percebemos que não há menção ao termo “Alfabetização Científica”, mas é possível identificar que essa ideia permeia o documento, além disso reconhecemos que o termo AC aparece como sinônimo de “cultura científica”. O texto apresenta um encaminhamento para que os estudantes se apropriem de conhecimentos científicos e também da linguagem da ciência. Assim, a explicitação de linguagens, usadas em comum por diferentes disciplinas científicas, permite ao aluno perceber sua universalidade e também distinguir especificidades desses usos (BRASIL,2002, p. 26). A ênfase na necessidade de que os estudantes aprendam os procedimentos da ciência, um dos pressupostos da AC, articula-se com a ideia de aprender competências e habilidades. O documento apresenta três competências gerais que devem ser desenvolvidas pelos estudantes na área de ciências da Natureza. São elas, comunicar e representar; investigar e compreender; contextualizar social ou historicamente. As discussões

sobre a perspectiva ciência, tecnologia e sociedade aparecem claramente nas habilidades: analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia; reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social e reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania (BRASIL, 2002, p. 39, 40).

As Orientações Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, publicados em 2006, apresentam a necessidade de que o ensino das disciplinas das áreas da Ciências da Natureza sejam pautados na perspectiva de AC referindo-se aos mesmos eixos estruturantes indicados por Sasseron e Carvalho (2011). Dessa maneira as Orientações Curriculares apontam a alfabetização científica e tecnológica como um dos grandes objetivos do ensino das ciências no nível médio para que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política (BRASIL, 2006, p. 47). Nota-se que esse documento ressalta como um dos pressupostos para a AC, a formação crítica dos estudantes e para isso aponta também a necessidade da inserção da História da Ciência no currículo para que os alunos possam ter acesso a uma visão transdisciplinar dos conteúdos.

O Pacto Nacional para o Fortalecimento do Ensino Médio é uma proposta mais atual, divulgado no ano de 2014. O caderno III apresenta os fundamentos que norteiam as disciplinas relativas às Ciências da Natureza. Nesse material a Alfabetização Científica é expressa com base no ensino que oportunize aos alunos participarem de práticas investigativas. Essa perspectiva de ensino deve envolver os estudantes em procedimentos como fazer perguntas, coletar e registrar dados, decidir quais evidências são relevantes para responder às questões, elaborar explicações, comunicar os resultados. De acordo com Brasil (2014), essas atividades permitem que o estudante opere sobre a realidade e sobre o conhecimento, além de possibilitar o aprendizado sobre as Ciências da Natureza, superando a tradicional visão de que ensinar e aprender Ciências é ensinar e aprender conceitos descontextualizados.

Portanto, por meio da educação científica o estudante deve ampliar sua leitura de mundo e participar, de maneira engajada, nos embates da sociedade que envolvam aspectos científico-tecnológicos, éticos, econômicos e ambientais (BRASIL, 2014).

Os marcos teóricos do *Programme for International Student Assessment* - PISA, que fundamentaram a avaliação de 2015, salientam que a Alfabetização Científica, termo traduzido para o português como letramento científico, requer competência em três domínios. O primeiro é a capacidade de explicar fenômenos cientificamente. O segundo é a capacidade de identificar questões que possam ser respondidas por investigações científicas e propor soluções em como essas questões podem ser respondidas e a terceira competência refere-se a interpretar e avaliar dados e evidências científicas e elaborar conclusões.

Para serem alcançadas essas competências requerem três tipos de conhecimentos indicados pelo documento como conhecimento de conteúdos, conhecimento procedimental e conhecimento epistemológico. O primeiro refere-se aos conhecimentos de conteúdos científicos, o segundo das práticas e procedimentos do “fazer científico”. O terceiro, o conhecimento epistemológico, de acordo com o documento, relaciona-se ao entendimento das funções das perguntas, da observação, teorias, hipóteses, modelos e do papel desempenhado pela investigação científica. As conjugações desses três conhecimentos podem proporcionar as competências requeridas para Alfabetização Científica que é considerada como a capacidade de envolver-se com questões relacionadas à ciência como um cidadão reflexivo (OECD, 2013, p. 7).

Para reiterar as discussões aqui apresentadas, buscamos fundamentos na nova Base Nacional Curricular Comum aprovada em abril de 2017. Esse documento ressalta também a necessidade de Letramento Científico proporcionado pela área de Ciências da Natureza apresentado nos documentos anteriores. No texto há ênfase que ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolver no aluno a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência (BRASIL, 2017, p. 273).

De acordo com o referido documento, nessa perspectiva a área de Ciências da Natureza deve proporcionar conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

Considerações Finais

Alfabetização Científica é na atualidade um dos principais objetivos da educação científica. Nesse sentido, os materiais analisados apresentam fundamentações e discussões no intuito de esclarecer o referido termo e também de oferecer orientações para almejá-la. O estudo dos documentos nos mostra haver um consenso de que para ser alfabetizado em ciências há necessidade de que os estudantes, além dos conhecimentos de conteúdos declarativos e procedimentais, possam desenvolver competências direcionadas aos conhecimentos em ciências, bem como aprender a discutir e refletir sobre as implicações desses avanços para a sociedade. Os marcos teóricos do PISA avançam nessa discussão e especificam quais as competências que estariam atreladas com a Alfabetização Científica. Por outro lado, considerando as reformas curriculares, admitimos a necessidade de um movimento necessário para aproximar as escolas públicas e privadas das Universidades. Isso poderá criar oportunidades de interação espontânea entre os estudantes e professores das escolas com a comunidade universitária (estudantes, professores, funcionários), para uma melhor compreensão dos papéis das universidades em Ensino, Pesquisa, Cultura e Extensão, por meio das feiras de ciências. Poderão também desenvolver estudos mais aprofundados e de longo prazo para despertar interesse científico e incentivar talentos potenciais entre estudantes do ensino fundamental, médio e profissional da Rede Pública, mediante sua participação em atividades de pesquisa científica ou tecnológica, orientadas por pesquisador qualificado, em instituições de ensino superior ou institutos/centros de pesquisas. A conjugação dessas ações poderá contribuir significativamente para a formação em ciências dos estudantes da Educação Básica, com objetivo esperado para um indivíduo alfabetizado em ciências.

Agradecimentos e apoios

Ao CNPq e Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

À FUNADESP – Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior

Referências

BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE. **2013 Global R&D Funding Forecast**. Disponível

em <https://abm-website-assets.s3.amazonaws.com/rdmag.com/s3fs-public/GFF2013Final2013_reduced.pdf> Acesso em 13 de novembro de 2016.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Volume 2. Brasília: MEC, 2006

BRASIL. **Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2014. Disponível em: <http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/doc_orientador_proemi_2014.pdf>. Acesso em: 15 de dezembro 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: educação é a base**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: maio 2017.

CNPQ. **PIBIC-EM - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio**. Disponível em < <http://cnpq.br/pibic-ensino-medio>> Acesso em 20 de novembro de 2016.

ESTADOS UNIDOS. **Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer**. Congressional Research Service, 2012. Disponível em <<https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>>. Acesso em 10 de novembro de 2016.

ESTADOS UNIDOS. **Every Student Succeeds Act (ESSA)**. Laws & Guidance of Elementary & Secondary Education. <<https://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/essa/index.html>>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

FEBRACE. **Feira Brasileira de Ciências e Engenharia**. Disponível em < <http://febrace.org.br/o-que-e-a-febrace/#.WIS-DFysfDc>> Acesso em 21 de novembro de 2016.

FICIENCIAS. **Feira de Inovação das Ciências e Engenharias** Disponível em <<https://www.ficiencias.org/pt-br/content/o-que-%C3%A9-ficiencias>>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

OECD. **PISA 2015: Draft Science Framework**. Paris, 2013. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>. Acesso em : 15 de dezembro de 2016.

OECD. **PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being**, PISA, OECD Publishing, Paris, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264273856-en>> Acesso em : 25 de abril de 2017.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A.M.C. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16(1), pp. 59-77, 2011.

VALÉRIO, M; BAZZO, W.A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre Ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación**, número 7, setembro-dezembro, 2006.