

Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões

Martha Marandino, Jessica Norberto Rocha, Tania Maria Cerati, Grazielle Scaffi, Denise de Oliveira e Márcia Fernandes Lourenço

Resumo

Estudar e avaliar os impactos e potencialidades de ações de educação não formal e de comunicação pública da ciência para o processo de alfabetização científica (AC) é relevante e necessário, porém, são poucos estudos que têm se dedicado a isso de forma criteriosa. No presente artigo, apresentamos a ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de Alfabetização Científica”, criada para a análise do processo de AC nesses contextos e apresentamos alguns resultados de pesquisas que a utilizaram. Trazemos, inicialmente, uma breve revisão da literatura sobre a AC, explorando autores que abordam o tema nos contextos formais e não formais de educação e de comunicação pública da ciência. A partir deste panorama, detalhamos a ferramenta elaborada para análise de ações e do público, discutindo seu processo de construção. Em seguida, apresentamos um conjunto de investigações que utilizou a ferramenta proposta. Por fim, apontamos que a ferramenta teórico-metodológica é útil para um diagnóstico que pode revelar a extensão do desenvolvimento da alfabetização científica e discutimos alguns dos desafios no seu uso e desenvolvimento.

Palavras-chave

Divulgação científica: teoria e modelos; Educação científica; Ciência e Sociedade

DOI

<https://doi.org/10.22323/3.01010203>

Recebido em 21 de Setembro de 2018

Aceito em 4 de Outubro de 2018

Publicado em 21 de Novembro de 2018

Introdução

A alfabetização científica (AC) é um processo amplamente difundido nos dias atuais. Sua origem remonta aos séculos XIX e XX [Huxley, 1898; Dewey, 1934; Snow, 1959], estando presente em documentos orientadores para o ensino e divulgação de ciências e em produções acadêmicas desde os anos de 1950 [Hurd,

1958; McCurdy, 1958; Rockefeller Brothers Fund, 1958]. Há, hoje, certo consenso sobre a relevância de que, por meio da alfabetização científica, é possível promover o acesso à diferentes dimensões do conhecimento científico e tecnológico para os diferentes públicos, mesmo considerando que existem diferentes interpretações sobre seu significado [Laugksch, 2000; Henriksen e Frøyland, 2000; Norris e Phillips, 2003; Roberts, 2007].

Existem ênfases distintas consideradas como fundamentais para o desenvolvimento do processo de AC, sendo uma delas a necessidade da aprendizagem de conceitos e ideias da ciência [Norris e Phillips, 2003; Roberts, 2007]. A literatura também tem dado destaque à compreensão da natureza da ciência e das implicações históricas, políticas, sociais e econômicas para a promoção da AC [Aikenhead, 1985; Lederman, 2006; Erduran e Mugaloglu, 2013]. Ampliam-se, ainda, os trabalhos que sublinham a necessidade da participação e do engajamento dos indivíduos em diferentes dimensões para a efetiva promoção da AC [Colciencias, 2010; Bustos e Borda, 2011; Daza-Caicedo, 2013; Bucchi e Trench, 2014]. Em muitos trabalhos, essas ênfases se articulam e são consideradas complementares para que ocorra esse processo e é comum encontrarmos trabalhos que procuram enumerar características desejáveis para a formação de indivíduos cientificamente alfabetizados [Shen, 1975; Shamos, 1995; Bybee, 1995; Hurd, 1998; Norris e Phillips, 2003].

No campo da educação não formal¹ e da comunicação pública da ciência, estudos que utilizam o referencial teórico específico de AC vêm sendo desenvolvidos para compreender o papel dos distintos espaços — como museus de história natural, centros de ciências, zoológicos, jardins botânicos, entre outros — no desenvolvimento desse processo [Henriksen e Frøyland, 2000; Rennie, 2007; Cerati, 2014]. Contudo, ainda são relativamente poucas as investigações que buscam avaliar as ações e seus impactos no público a partir deste referencial específico. Bucchi e Trench [2014] argumentam que após muitos anos de discussão de práticas, experiências e teorias sobre a comunicação da ciência, há uma necessidade de se desenvolver ferramentas de análise e avaliação baseadas em indicadores. Para os autores,

A comunicação pública da ciência deveria estar [...] suficientemente amadurecida para passar da fase heroica, em que qualquer coisa serve em prol da comunicação da ciência, para uma fase em que critérios de qualidade são centrais para todas as partes envolvidas. Isso implica desenvolver indicadores e parâmetros de *performance*, particularmente para instituições, e destinar importância à questão da avaliação [Bucchi e Trench, 2014, p. 10].

Desse modo, avaliar de forma criteriosa a AC é relevante e necessário. No presente artigo, apresentamos a ferramenta teórico-metodológica, intitulada “Indicadores de Alfabetização Científica”, criada para a análise do processo em espaços de educação não formal e em ações de comunicação pública da ciência e apresentamos alguns resultados de pesquisas que a utilizaram.

¹Na literatura de língua inglesa, o termo “*informal education*” é frequentemente utilizado [cf. Bell et al., 2009]. Na literatura latino-americana há uma distinção entre os termos formal e não formal [Marandino, 2017] e aqui optamos por usar este último.

Inúmeros autores apontam que a AC é um processo que ocorre ao longo da vida e que busca promover a compreensão e a apropriação dos conhecimentos relacionados à ciência [Bybee, 1995; DeBoer, 2000; Falk e Dierking, 2012]. Nessa perspectiva, entender e se apropriar de conhecimentos científicos envolve interpretar, atribuir significados e analisar os conhecimentos, mas também ter habilidades para tecer as conexões entre o conhecimento adquirido e seu cotidiano, avaliar situações e tirar conclusões baseadas em evidências. Engloba, ainda, tomar decisões tanto na vida pessoal, quanto na vida em sociedade sobre as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

A preocupação com a AC está intimamente conectada com o desenvolvimento científico e tecnológico, tendo sido impulsionada na Europa e nos EUA durante o século XVII e XVIII [DeBoer, 2000]. Ao longo dos séculos XIX e XX, vários eventos contribuíram para uma mudança do olhar sobre a ciência, sobretudo, com a II Guerra Mundial e as tragédias sociais e ambientais ocorridas. O lançamento do Sputnik pela União Soviética em 1957 é um marco, quando houve uma forte preocupação norte-americana para a formação de jovens cientistas e de uma população cientificamente alfabetizada, com impactos diretos nas propostas curriculares de ciências de vários países [Krasilchik, 1987; Hurd, 1998].

Essa preocupação influenciou também os processos de avaliação educacional desenvolvidos em meados do século XX. Em junho de 1958, o relatório produzido pela Fundação Rockefeller, nos EUA, sobre como o sistema educacional poderia ser usado para preparar de modo mais eficiente pessoas para um mundo de mudanças rápidas, argumentava em prol da alfabetização científica. E em outubro do mesmo ano, Hurd publicou, um artigo cunhando o termo “*scientific literacy*” para se referir aos novos desafios da educação em ciências, sendo o primeiro pesquisador que o utilizou [DeBoer, 2000]. Para Roberts [2007], contudo, o trabalho de Pella, O’Hearn e Gale [1966] representa uma das primeiras tentativas de fornecer uma base empírica para a definição de AC, enfatizando as relações entre ciência e sociedade, a dimensão ética, a natureza da ciência, entre outros aspectos.

Após o trabalho desses autores, outros estudiosos começaram a identificar diversas concepções de AC e, desde então, diferentes parâmetros vêm sendo propostos para sua definição [Shen, 1975; Bybee e Deboer, 1994; Shamos, 1995]. Roberts [2007], por exemplo, ao analisar as diferentes correntes da AC, apresenta duas visões globais: a que foca o interior da ciência ortodoxa e, portanto, ressalta que o ensino de ciências deve promover o entendimento dos conceitos científicos e desenvolver habilidades sobre ciência; e uma segunda visão que amplia a primeira e incorpora a tomada de decisões na vida cotidiana relacionadas à ciência e influenciadas pelas perspectivas sociais, políticas, econômicas e éticas.

Norris e Phillips [2003], por sua vez, apontam para alguns consensos relativos às discussões atuais sobre AC, que incluem habilidades, tais como: pensar cientificamente sobre fenômenos naturais e de encontrar respostas sobre eles; usar conhecimentos científicos e raciocínios com base científica para a resolução de problemas e para a tomada de decisões sobre o bem-estar próprio e de outras pessoas; desenvolver a participação inteligente de cidadãos não-cientistas e de especialistas em questões sociais que envolvem a ciência; pensar criticamente sobre

a ciência e sobre a expertise científica, incluindo a habilidade de fazer avaliações plausíveis de riscos e de formular e avaliar posições e argumentações embasadas em evidências científicas.

A relação entre a AC e a participação social nos debates contemporâneos tem sido destacada por vários autores [Henriksen e Frøyland, 2000; Auler, 2003; Roberts, 2007; Bauer, Allum e S. Miller, 2007; Bandelli e Konijn, 2013]. A articulação entre AC e o movimento CTSA também aponta para a relevância de trabalhar com aspectos relacionados a questões sociotécnicas no sentido de desenvolver uma educação compromissada com um mundo melhor e socialmente mais justo [Hodson, 2013].

Na literatura latino-americana, verifica-se que a AC também está presente em ações e em investigações em educação formal e não formal e de comunicação pública da ciência. Em algumas publicações no âmbito da educação formal, a concepção de AC aparece associada ao referencial teórico CTSA [Santos e Auler, 2011; Strieder e Kawamura, 2014] e há uma forte articulação entre AC e os pressupostos da pedagogia crítica e libertadora de Paulo Freire [Sasseron, 2008]. A questão da participação e engajamento público vem ganhando força na produção científica neste contexto [Aguirre Pérez e Vázquez Moliní, 2004; Colciencias, 2010; Santos e Auler, 2011]. Ainda, a abordagem de temáticas controversas, contemporâneas e polêmicas em torno da ciência e da tecnologia vem sendo considerada como parte do processo de AC entre os autores latino-americanos [Colciencias, 2010; Bustos e Borda, 2011; Daza-Caicedo, 2013].

Percebe-se, desse modo, desdobramentos da discussão sobre a AC em diferentes realidades sociais, provocando continuamente o aprofundamento dos sentidos dados ao termo. Como aponta Hodson [2017], o significado de alfabetização científica pode mudar de acordo com o contexto social, já que é um produto de seu tempo e espaço e, assim, não cruza facilmente barreiras nacionais e culturais e não pode ser transferida confortavelmente de uma era para outra. É assim relevante o desenvolvimento de estudos sobre o tema em variados contextos, considerando as articulações entre concepções globais e locais sobre AC.

A aferição da alfabetização científica

Existe um consenso na literatura sobre a necessidade de fomentar tanto o processo de AC quanto medi-lo. Para J. D. Miller [1983], desde o surgimento da ideia de AC, ela esteve relacionada com a necessidade de aferir seu nível na população.

Estudos de Davis [1958] e J. Miller [2013] narram que em 1957, meses antes do lançamento do Sputnik I, foram concluídas as entrevistas da pesquisa nacional norte-americana sobre percepção pública e atitudes perante a ciência organizada pela *National Association of Science Writers*. Segundo eles, a enquete, que era fortemente baseada na avaliação dos conhecimentos do público sobre conteúdos científicos, foi o único método de aferição da AC da população antes do início da corrida espacial. Em meados dos anos 1960, o *National Assessment of Education Progress*, nos EUA, desenvolveu, com alunos pré-universitários, um estudo para medir sistematicamente a compreensão das normas, dos processos da ciência e do conteúdo cognitivo das principais disciplinas. O conceito de AC estava, assim, já

incorporado à área da pesquisa da percepção da ciência agregado à sua definição, que incluía elementos como: conhecimentos sobre fatos de ciência de livros didáticos de nível básico; entendimento de métodos científicos; apreciação de resultados positivos de C&T, rejeição de crenças e superstições, como astrologia e numerologia [Bauer, Allum e S. Miller, 2007].

J. D. Miller [1983] destaca os estudos desenvolvidos nos EUA na década de 1970 que tinham como objetivo medir as atitudes e os conhecimentos públicos sobre ciência e tecnologia e se estruturavam em três dimensões: (i) compreensão da abordagem científica, ou seja, a capacidade do público de entender o processo de estudo científico, (ii) a compreensão das construções científicas básicas — que compreende o conhecimento de um vocabulário científico mínimo e necessário para ser cientificamente alfabetizado e (iii) a compreensão do público de algumas questões políticas contemporâneas que envolvem ciência e tecnologia. J. D. Miller [1983] revela, contudo, que os resultados das enquetes deste período continuaram nada animadores e aponta que a maioria da população norte-americana era iletrada cientificamente.

Na Europa, em meados da década de 1980, emerge o chamado “movimento para a percepção pública da ciência”, após a publicação inglesa conhecida como “*Bodmer Report*” [Royal Society of London, 1985; S. Miller, 2005; Bodmer, 2010]. Esse relatório concluiu que, “no mundo moderno, todos deveriam saber um pouco de ciência, se quisessem vencer na vida” [S. Miller, 2005, p 116]. Para seus autores, o público não tinha uma visão suficientemente positiva sobre a ciência e a tecnologia e, isso, poderia abalar a “ciência” como instituição. Assim, para promover uma mudança de atitude, era necessário relacionar conhecimento, educação e comunicação pública. Para Bauer, Allum e S. Miller [2007, p. 83] “educar o público” e “seduzir o público” foram as estratégias dessa fase, uma vez que se considerava que “o público não era suficientemente apaixonado pela ciência e tecnologia”.

A partir da década de 1990, a Comissão Europeia passa a realizar regularmente pesquisas de opinião sobre C&T [European Commission/INRA, 1993; Eurobarometer, 2001; Eurobarometer, 2003; Eurobarometer, 2005; European Commission, 2010] e, desde então, avaliações sobre os conhecimentos científicos e sobre percepções e atitudes dos indivíduos se ampliaram, pautadas explicitamente ou não no conceito de AC. Nesta linha, além das enquetes do Eurobarômetro, da Comissão Europeia, temos os Indicadores de Ciência e Engenharia da *National Science Foundation* (EUA), que objetivam fazer comparações entre diferentes países e refletir os resultados nas políticas científicas e tecnológicas.

Nos países latino-americanos, pesquisas de abrangências nacionais e internacionais buscando medir a percepção de ciência, apoiadas explicitamente ou não na ideia de AC, foram desenvolvidas, especialmente, a partir dos anos de 1990 em países como Brasil, Colômbia, México, Panamá, Argentina, Chile, Venezuela, Uruguai e Costa Rica [Vogt e Polino, 2003; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017]. No Brasil, essas pesquisas se iniciaram em 1987 [Instituto Gallup de opinião pública, 1987], tendo ocorrido novas versões em 2006, 2010 e 2015, coordenadas pelo então Ministério da Ciência e Tecnologia junto com outras instituições [Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017; MCT, 2006; MCT, 2010; MCTI, 2015]. Também foram realizadas enquetes de percepção pública da ciência em estados brasileiros como São Paulo e Minas Gerais [FAPESP — Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São

Paulo, 2005; FAPESP — Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2010; Castelfranchi et al., 2016]. Percebe-se, assim, que o número de países que realizam pesquisas para medir as atitudes do público em relação à ciência e ao conhecimento geral da ciência cresceu desde a década de 1970 [Bauer e Howard, 2012].

Além dos aspectos mencionados, outros conhecimentos relevantes, como as dimensões institucional e política da ciência têm recebido até agora pouca atenção nas medições de AC [Bauer, Petkova e Boyadjieva, 2000; Sturgis e Allum, 2004], sobretudo, se considerarmos os estudos desenvolvidos no âmbito da educação não formal e da comunicação pública da ciência. Nesta perspectiva, desenvolvemos a ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de Alfabetização Científica” com a finalidade de estudar o processo de AC nesses contextos, considerando as várias dimensões destacadas na literatura apresentada.

A ferramenta teórico-metodológica para o estudo da AC em educação não formal e comunicação pública da ciência

A ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de Alfabetização Científica” foi desenvolvida com o intuito de captar e sistematizar aspectos relacionados às várias dimensões da AC. Sua finalidade é analisar atividades, materiais educativos, ações, exposições, mídias de educação não formal e comunicação pública da ciência e/ou a participação/interação das diversas audiências com essas ações. A ferramenta é composta por um conjunto de quatro **indicadores** (científico, institucional, interface social e interação), cada qual com suas características próprias nomeadas de **atributos**, que estão ancorados no referencial teórico de Alfabetização Científica.

Um indicador pode ser definido como “(...) parâmetro, ou valor calculado a partir dos parâmetros, fornecendo indicações sobre ou descrevendo o estado de um fenômeno, do meio ambiente ou de uma zona geográfica (...)” [OCDE — Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos, 2002, p. 191]. Indicadores são instrumentos de verificação, observação, demonstração, avaliação, sendo uma forma de medir aspectos da realidade de acordo com um determinado ponto de vista [Kayano e Caldas, 2002]. Podem assim auxiliar nas tomadas de decisões, fundamentando as argumentações mediante o fornecimento de informações sobre os processos [Soligo, 2012]. São instrumentos projetados para fornecer informação, constituídos por atributos ou características que lhes conferem precisão e confiabilidade na avaliação.

A primeira versão da ferramenta teórico-metodológica foi elaborada na tese de Cerati [2014], com a finalidade analisar o potencial e o impacto da visita de famílias a uma exposição de um jardim botânico. Posteriormente, novas pesquisas foram realizadas, adaptando a versão inicial para análise de diferentes situações e contextos educativos. O movimento de aprimoramento da ferramenta gerou alterações na proposta inicial de Cerati [2014], especialmente, em relação à nomenclatura de indicadores e atributos, sem alterar, contudo, a ideia central e a natureza de cada indicador.² Apresentamos neste artigo a última versão da ferramenta desenvolvida por Norberto Rocha [2018].

²Para saber mais sobre o processo de desenvolvimento da ferramenta teórico-metodológica, cf. Norberto Rocha [2018].

1. Indicador Científico. A compreensão de conteúdos científicos é considerada elemento-chave no processo de AC dos indivíduos [Hurd, 1998; Norris e Phillips, 2003; Roberts, 2007], devendo estar presente nas ações de educação não formal e comunicação pública da ciência que objetivam fomentar a AC. Assim, este indicador inclui a apresentação de aspectos inerentes ao conhecimento científico, como termos e conceitos, teorias, ideias e seus significados, fornecendo suporte e elementos para que o visitante construa seu conhecimento sobre assuntos científicos expostos. Sua criação toma por base não só argumentos de diversos autores [Fourez, 1994; Bybee e Deboer, 1994; Bybee, 1995; Hurd, 1998; Norris e Phillips, 2003; Roberts, 2007; Falk e Dierking, 2012], como também os documentos contemporâneos que direcionam AC como meta educacional, assumindo que esse processo ocorre ao longo da vida com a incorporação de conhecimento e de um entendimento maior e mais sofisticado sobre CTSA.

Este indicador está presente quando uma ação ou o seu resultado junto ao público expressa conceitos científicos, processos e produtos da ciência, incluindo aspectos relacionados à natureza da ciência. Como defendem Pedretti [2002], A. Einsiedel e E. Einsiedel [2004], Delicado [2009] e Hine e Medvecky [2015], as pesquisas científicas consolidadas e em andamento, seus processos, resultados, aplicações, inovações devem ser abordados em ações ou produtos de divulgação científica e, assim, contribuir para que o cidadão possa se envolver e se posicionar sobre eles, como parte de uma cultura científica. Este indicador também abarca as discussões sobre as concepções de método científico, desenho metodológico e procedimentos da ciência, como a formulação de hipóteses, realização de testes, registros, observação, criatividade. Envolve, ainda, as publicações científicas, a participação em eventos científicos, bem como, a produção conjunta de modo coletivo e interdisciplinar ou em redes de conhecimentos. Considera, também a divulgação científica ou educação como parte do processo de produção do conhecimento e os atores sociais que participam do processo.

As questões da dinâmica interna da ciência e as concepções de ciência estão inseridas neste indicador, considerando discussões sobre o grau de incerteza, sobre as controvérsias internas à sua produção, além de seu caráter histórico e social [Latour e Woolgar, 1979; Delizoicov e Auler, 2011]. Por fim, inclui o papel que o pesquisador no processo de produção do conhecimento, bem como na comunicação pública da ciência [Polino e Castelfranchi, 2012; Baram-Tsabari e Lewenstein, 2017].

São três os **atributos** desse indicador: 1a. Conhecimentos e conceitos científicos, pesquisas científicas e seus resultados; 1b. Processo de produção de conhecimento científico; 1c. Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento.

2. Indicador interface social. A relação entre ciência e sociedade é um aspecto considerado central hoje em qualquer abordagem educativa e de comunicação da ciência. O Indicador Interface Social busca evidenciar se as ações e materiais favorecem a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade, relacionadas aos impactos e a participação da sociedade. Para estabelecer este indicador, buscamos suporte em autores que defendem o desenvolvimento dos aspectos sociais, técnicos e científicos para a promoção da AC, dentre eles Shen [1975], Bybee [1995], Auler e Delizoicov [2001] e Fourez [2003]. Encontramos ainda, embasamento na visão de Hanzel e Trefil [1997], que afirma que a AC é o

conhecimento necessário para o entendimento de temas públicos e que possibilitam às pessoas refletir, compreender, emitir opinião e participar de debates nacionais acerca de progressos científicos.

Somado a isso, pensar criticamente sobre a ciência e tecnologia implica uma consciência sobre valores éticos no compromisso com a sociedade e dialoga diretamente com os pressupostos da abordagem da Educação CTSA [Auler, 2002; Pedretti e Nazir, 2011; Albe e Pedretti, 2013]. Vai ao encontro também dos pressupostos da Pedagogia Libertadora e da educação científica humanística na perspectiva de Paulo Freire, que propõe uma leitura crítica do mundo para a transformação da realidade [Auler, 2002; Sasseron e Carvalho, 2008; Strieder e Kawamura, 2014].

Este indicador incorpora ainda, a concepção de apropriação social da ciência como valorizadora e promotora da participação cidadã, incluindo processos de engajamento público, ciência cidadã e popularização da ciência, envolvendo diversos atores, como o estado, empresas privadas, sociedade civil, mediadores e a comunidade científica em geral [Bustos e Borda, 2011]. Nesse sentido, o indicador valoriza a concepção de AC em direção ao esclarecimento de problemas e à negociação de possíveis soluções, por meio de participação ativa, dialógica, aberta e crítica, em mecanismos democráticos para mudanças efetivas [Marandino et al., 2016] e incorpora aspectos essenciais de discussões sobre a comunicação pública da ciência, em especial, aqueles que preconizam modelos participativos da sociedade [Lewenstein e Brossard, 2006; Bauer, Allum e S. Miller, 2007; Bandelli, 2014; Bucchi e Trench, 2014].

Seus **atributos** são: 2a. Impactos da ciência na sociedade; 2b. Influência da economia e política na ciência; 2c. Influência e participação da sociedade na ciência.

3. Indicador institucional. A compreensão de que a CT&I possuem uma dimensão institucional é fundamental no mundo contemporâneo. Esse aspecto se torna ainda mais relevante ao considerarmos que muitas instituições científicas são responsáveis também pela disseminação do conhecimento para públicos mais amplos. Assim, o Indicador Institucional expressa a dimensão das instituições envolvidas com a produção, divulgação e o fomento da ciência, seus papéis, missões e função social. Permite identificar quais são as instituições científicas, bem como os aspectos políticos, científicos e culturais relacionados a elas [Marandino, 2001; Krasilchik, 2009; Cerati, 2014].

No documento organizado pela Rede Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnologia [Polino, 2015], os organizadores argumentam que uma instituição pode ser reconhecida por um conjunto de normas, valores e pautas de comportamentos compartilhados por comunidades e grupos sociais concretos, que organizam e regulam a atividade individual e coletiva em um determinado contexto. Instituições que, via de regra, estão inseridas em esferas governamentais, sofrem pressão política, científica, social e cultural, que refletem no trabalho dos profissionais da área educativa ou de divulgação da ciência [Laugksch, 2000]. Nesta linha, considera-se que o aspecto institucional da AC é especialmente relevante quando se trata de museus de ciências, instituições seculares com papel de coleta, salvaguarda, pesquisa e extroversão do patrimônio científico. Nos museus, a política institucional e os órgãos financiadores públicos e privados

determinam quem detém o poder de decisão sobre a abordagem das ações de educação e de comunicação pública da ciência, para além de componentes científicos e conceituais [Marandino, 2011; Achiam e Marandino, 2013].

No contexto da América Latina, por exemplo, o Estado desempenha papel fundamental tanto no nível da produção, quanto da incorporação da CT&I pela sociedade. Assim, a institucionalização da ciência é um instrumento político. Portanto, reconhecer não só a origem da ciência, mas também as fontes que validam essas informações (das quais as instituições científicas de produção, divulgação e fomento são fontes centrais), é uma das vertentes que contribuem para a pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente, como destacado por Fourez [2005].

São **atributos** deste indicador: 3a. Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões; 3b. Instituições financiadoras, seus papéis e missões; 3c. Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição.

4. Indicador interação. A literatura sobre AC destaca a relevância de se considerar as formas e a qualidade da interação e da participação do público nas diferentes experiências educacionais e de comunicação pública da ciência. Existe um vasto referencial teórico que discute os aspectos relativos à aprendizagem em processos de educação não formal [Falk e Dierking, 1992; Falk e Dierking, 2012; Allen, 2002; Falk e Storksdieck, 2005; Bizerra, 2009], à interação e engajamento do público [Allen, 2004; Schwan, Grajal e Lewalter, 2014]. Desse modo, a proposição deste indicador possibilita identificar os modos e formatos de interação do público com as ações, buscando entender o potencial das interações do ponto de vista físico, estético-afetivo e cognitivo para a promoção da AC.

Com relação à interação física, este indicador permite identificar a possibilidade de toque e manipulação do público (*hands-on*) Wagensberg [2000], Wagensberg [2005] e Wagensberg [2006] com o produto ou ação de divulgação científica, destacando a importância de se conhecer e vivenciar fenômenos científicos por meio de demonstração e experimentação. Entretanto, esse tipo de interatividade, por vezes, assume facetas negativas, marcadas pelo recurso excessivo a experimentos ou pelo uso de repetições de gestos mecânicos [B. J. Oliveira et al., 2014]. Nessa perspectiva, somente ter uma ação manipulativa com o objeto e produzir uma reação mecânica pode não se configurar como interatividade, no sentido da experimentação [Thier e Linn, 1976].

Pesquisadores como Allen [2004], Chinelli, Pereira e de Aguiar [2008] e B. J. Oliveira et al. [2014] defendem que a interação física deve fugir do “reducionismo experimentalista”, ter valor e objetivos educacionais e levar a interações de outros tipos, como a cognitiva e a estético-afetiva [Linn e Thier, 1975; Thier e Linn, 1976; Calton, 1998; Heath e vom Lehn, 2008], interações, essas, chamadas de “*minds-on*” e “*hearts-on*”, por Wagensberg [2000], Wagensberg [2005] e Wagensberg [2006]. Assim sendo, a experimentação em ações e produtos de divulgação científica implica provocar fenômenos, mesmo que de modo artificial, por meio de instrumentos, possibilitando o teste e reflexão sobre hipóteses e contribuindo diretamente para a produção de conhecimento [Barry, 1998; Chinelli, Pereira e de Aguiar, 2008]. As propostas de atividades interativas em divulgação científica também argumentam a importância do uso múltiplo, isto é, uso

simultâneo por mais de uma pessoa facilitando a coparticipação e a interação de diversos atores sociais, como grupos familiares, escolares e/ou de pessoas desconhecidas ou entre visitantes e mediadores institucionais. Essa possibilidade valoriza trocas sociais para experiências memoráveis e de aprendizagem [Borun e Dritsas, 1997; Heath e vom Lehn, 2008; Schwan, Grajal e Lewalter, 2014].

Este indicador contempla ainda ações e produtos que apresentam potencial para estimular emoções e sentimentos, como apreço, prazer, medo, repulsa, indignação, afetividade ou outras sensações, tanto em relação à CT&I, quanto ao formato como ela está sendo apresentada [Falk e Gillespie, 2009]. Atividades educativas não formais podem despertar emoções, criar laços afetivos e possibilitar momentos de contemplação e de apreciação estética e artística. Esses elementos favorecem uma comunicação potencialmente envolvente, atraente, prazerosa, motivadora e dialógica [Schwan, Grajal e Lewalter, 2014; Teixeira, 2014; Achiam, 2014; Achiam, 2016]. A contextualização do conhecimento divulgado e/ou a imersão e apreciação estética pelo público, pode despertar a afetividade, emoções e sensações.

As atividades desafiadoras são responsáveis por sensações importantes para a promoção da motivação intrínseca, a satisfação e alegria [Teixeira, 2014], tendo papel importante e complementar aos aspectos cognitivos no processo de aprendizagem, sendo vistos, em alguns casos, como indissociáveis [Longhi et al., 2007; Leporo, 2015]. Do ponto de vista cognitivo, a interação pode desenvolver habilidades como: identificação, observação, nomeação, afirmação, comparação, caracterização, estratégia, suposição, análise, avaliação, conclusão e generalização [Allen, 2002; Ash, 2003; Campos, 2013; Leporo, 2015]. Tais habilidades podem estimular questionamentos, reflexão crítica e emissão de opinião sobre as informações apresentadas e/ou sobre conceitos, conhecimentos, atitudes e opiniões, bem como conexões com a vida pessoal ou com o conhecimento prévio. Ou ainda, podem possibilitar e incitar uma relação dialógica entre os diversos atores.

São **atributos** deste indicador: 4a. Interação física; 4b. Interação estético-afetiva; 4c. Interação cognitiva.

A ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de AC” é apresentada de forma sintética na Figura 1, a seguir.

O uso da ferramenta teórico-metodológica e os resultados obtidos

Como mencionado, Cerati [2014] desenvolveu a primeira versão da ferramenta e analisou o potencial da Trilha da Nascente no Jardim Botânico de São Paulo/Brasil na promoção da AC de seus visitantes. Também analisou as conversas produzidas durante a visita de três famílias aplicando a ferramenta. A análise da exposição revelou que apesar desta não ter sido elaborada sob a perspectiva da AC, apresentou os quatro indicadores propostos e alguns dos atributos a eles relacionados. Constatou que alguns dos atributos referentes ao indicador científico foram os mais presentes e aqueles relativos aos indicadores institucional e de interface social foram os menos contemplados. Com relação ao público, seus resultados foram expressos de forma qualitativa e quantitativa e revelaram que o indicador estético/afetivo (na versão atual da ferramenta é intitulado indicador de interação) foi o mais presente, incluindo todos os seus atributos. O indicador científico também esteve presente na totalidade das análises das famílias, principalmente, por meio do atributo que remete aos conceitos científicos e suas

 INDICADOR CIENTÍFICO	 INDICADOR INTERFACE SOCIAL	 INDICADOR INSTITUCIONAL	 INDICADOR INTERAÇÃO
1a Conhecimentos e conceito científicos, pesquisas científicas e seus resultados	2a Impactos da ciência na sociedade	3a Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões	4a Interação física
1b Processo de produção de conhecimento científico	2b Influência da economia e política na ciência	3b Instituições financeiras, seus papéis e missões	4b Interação estético-afetiva
1c Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento	2c Influência e participação da sociedade na ciência	3c Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição	4c Interação cognitiva

Figura 1 – “Indicadores de AC”. Fonte: Norberto Rocha [2018].

definições. No entanto, outros atributos deste indicador não foram contemplados, como aqueles referentes à natureza da ciência. Assim, para Cerati [2014], a Trilha promoveu aspectos importantes da AC na interação com o público; contudo, a ausência de alguns atributos revelou limites para a compreensão de algumas dimensões deste processo, especialmente, aquelas ligadas ao processo de produção da ciência e aos aspectos institucionais e de interface social.

Outra investigação que utilizou a ferramenta teórico-metodológica foi a de Mingues [2014], que desenvolveu uma pesquisa apoiada nos indicadores e atributos propostos por Cerati [2014]. A autora buscou compreender quais as características e as evidências da AC estavam presentes na ação educativa “O Museu Vai à Praia”, desenvolvida pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) que, junto a outras instituições do Rio de Janeiro, levam atividades científicas para a praia durante o verão. O trabalho analisou as intenções do programa nos anos 1980 e em sua quinta edição, em 2013. Nos resultados, a autora identificou que, desde sua origem, os objetivos desta ação dialogam amplamente com as finalidades da AC. Contudo, foi possível perceber uma mudança de ênfase ao longo do tempo, já que a dimensão científica, muito enfatizada nas primeiras versões, perdeu força na edição mais recente. Somado a isso, os atributos relacionados à dimensão de interface social e institucional foram reforçados na versão de 2013, mudança que está relacionada com a ênfase na popularização da ciência e na inclusão social assumida pelo MAST nos últimos anos. Este resultado aponta para a relevância de uma análise longitudinal da trajetória de uma mesma atividade de divulgação científica desenvolvida por uma instituição e de suas mudanças na direção de assumir os pressupostos da AC.

A pesquisa de Mosquera [2014] também se apoiou nos indicadores de Cerati [2014] para a análise da exposição “Corpo Relações Vitais” do Parque Explora, em Medellín (Colômbia), visando identificar os componentes da exposição com mais impacto na AC dos visitantes. A análise destacou aspectos das interações *hands-on*,

minds-on e *hearts-on*, propondo adaptações em alguns atributos da ferramenta e a proposição de um indicador adicional para ressaltar aspectos da interatividade, tendo em vista a exposição analisada. Os resultados da autora apontam que todos os indicadores se fizeram presentes na exposição contribuindo para o processo de AC do público, sendo os indicadores científico e estético/afetivo (indicador interação, na versão atual da ferramenta) os mais presentes na análise. O indicador institucional e o indicador interface social estavam ausentes nas opiniões do público neste estudo.

O estudo de D. Oliveira [2016], por sua vez, teve a finalidade de compreender a relação entre biodiversidade e educação/comunicação por meio do fomento à pesquisa no Brasil. Analisou, para isso, ações e materiais produzidos por nove projetos de pesquisa sobre biodiversidade contemplados em editais governamentais, usando a ferramenta de alfabetização científica com algumas adaptações que aprofundaram os aspectos de participação social. Seus resultados indicam a presença de todos os quatro indicadores de AC, sendo que nem todos os atributos se fizeram presentes. As principais ausências relacionaram-se aos atributos relativos à natureza da ciência (indicador científico), bem como a influência e participação da sociedade diante da ciência (indicador de interface social). Para a autora, os resultados sugerem o potencial e os limites de ações de divulgação da ciência desenvolvidas por projetos de pesquisa em biodiversidade para promover o processo de AC em seus públicos.

Rodrigues [2017] desenvolveu um roteiro de visita para a exposição Trilha da Nascente do Jardim Botânico de São Paulo, a mesma analisada por Cerati [2014]. O roteiro teve a intenção de reforçar alguns aspectos do processo de AC e estimular aqueles pouco aparentes ou ausentes nas falas das famílias que visitaram a Trilha na análise de Cerati [2014]. O roteiro produzido, associado aos demais elementos da trilha, permitiu identificar nas falas dos participantes os quatro indicadores de AC, em especial os atributos referentes ao indicador estético/afetivo (chamado de indicador interação na versão atual da ferramenta) e ao indicador científico, sendo que ambos indicadores haviam sido previstos no roteiro. Com relação ao indicador institucional, sua presença nas falas da família ficou aquém do esperado, mesmo tendo sido explorado na produção do roteiro. Além disso, os resultados mostraram que o indicador interface social foi pouco valorizado no roteiro e, do mesmo modo, pouco identificado nas falas dos visitantes.

Outra pesquisa que utilizou a ferramenta foi a de Lourenço [2017], que analisou os materiais educativos utilizados nas diversas ações educacionais e culturais pelo Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros, em Sorocaba (SP) e sua contribuição para o processo de AC do público. A autora identificou três dos quatro indicadores: científico, interface social e estético/afetivo/cognitivo (indicador de interação na ferramenta atual), nos 27 materiais analisados. O indicador institucional, por sua vez, esteve presente com apenas um único atributo — aquele relacionado à identificação das instituições envolvidas na produção, fomento e divulgação da ciência. O indicador científico esteve presente nos materiais educativos estudados, especialmente, com relação ao atributo sobre os conceitos científicos. O indicador interface social foi evidenciado particularmente quando se tratou de aspectos de conservação das espécies e seus ambientes, porém não abrangendo discussões sobre a influência da economia e política na ciência, indicando pouco potencial para a discussão sobre as relações

CTSA. Quanto à análise do público os indicadores presentes foram o científico (com destaque aos atributos que englobam os conceitos científicos) e o estético/afetivo/cognitivo (atual indicador de interação). Os indicadores interface social e institucional não foram identificados na relação do público com os materiais educativos.

Norberto Rocha [2018] desenvolveu seu estudo em quatro museus e centros de ciências itinerantes do Brasil em que realizou a análise das suas exposições — um conjunto total de 150 módulos expositivos — utilizando a versão atual da ferramenta. A autora também agregou à ferramenta teórico-metodológica uma proposta de escala para quantificar a intensidade com que os atributos apareceram nos seus dados. Os resultados da pesquisa revelaram três tendências sobre como os indicadores e seus atributos são contemplados nas exposições. A primeira tendência indica que as experiências estudadas possuem forte potencial para a sua promoção do indicador interação, sendo que as interações física e estético-afetiva acontecem de forma aprofundada e a interação cognitiva de forma superficial. A segunda tendência aponta que as exposições, igualmente, possuem forte potencial para a promoção do indicador científico, privilegiando a expressão de conteúdos científicos gerais, mas sem favorecer as discussões sobre os processos de produção do conhecimento e papéis e características dos cientistas. Por fim, a terceira tendência refere-se ao pouco potencial das exposições para a promoção dos indicadores interface social e institucional, pois quando aparecem, se expressam de forma superficial.

Os resultados das sete pesquisas que utilizaram a ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de AC” revelam que, apesar dos objetos de estudo serem diferentes (exposições, materiais e ações educativas e documentos), foi possível estabelecer parâmetros de mensuração da ocorrência, em maior ou menor grau, do processo de AC. Essa mensuração é possível porque a ferramenta utiliza indicadores e atributos que contemplam as dimensões desse processo preconizadas na literatura e, sua versatilidade permite análise em/de diferentes objetos nos espaços não formais e de comunicação da ciência.

Os resultados das pesquisas apresentadas mostram ainda a convergência das ações estudadas na direção de privilegiar o indicador científico, e em especial, o atributo que contempla conhecimento científico, pesquisas e seus resultados. Acreditamos que a alta presença deste indicador está relacionada com a natureza do conceito de AC e dos objetos estudados, que possuem forte vínculo com instituições que desenvolvem pesquisa científica e/ou que trabalham com a comunicação da ciência e educação não formal. O indicador interação, também foi identificado com alta frequência, particularmente porque os objetos estudados lidam com fatores afetivos e de interação física, intelectual e emocional. Contudo, a aplicação da ferramenta nos permitiu também identificar a pouca presença do indicador de interface social evidenciando a baixa frequência de elementos que contemplam as relações CTSA, a participação pública e apropriação social da ciência. Também o indicador institucional, envolvendo missões e atores institucionais e financiadores, são pouco explorados nas diferentes ações realizadas nesses estudos. A nosso ver, esses resultados revelam que muitas das ações de AC estudadas estão perdendo excelentes oportunidades de promover visões mais politizadas e contextualizadas da produção da ciência, bem como estimular a discussão crítica sobre esse aspecto.

Potencialidades e desafios da ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de AC”

Os resultados obtidos nas investigações apresentadas apontam as potencialidades e alguns dos limites no desenvolvimento da AC em ações de educação não formal e de comunicação pública da ciência. A elaboração da ferramenta teórico-metodológica é resultado do esforço de promover uma síntese de parâmetros consensuais sobre o estudo da AC e, por essa razão, ao aplicá-la para a análise de ações é possível revelar presenças e ausências e, ainda mensurar, aspectos e dimensões relevantes deste processo em termos de indicadores e atributos. Deste modo, a ferramenta desenvolvida possui não somente valor analítico, mas, também, de planejamento e avaliação de ações.

A capacidade de adequação da ferramenta para diferentes ações e objetos de análise, possibilita sua utilização no estudo das intenções e concepções das ações de educação não formal e da comunicação pública da ciência, das práticas concretas e dos públicos envolvidos, possibilitando uma constante reflexão sobre o processo de AC. A ferramenta permite, por exemplo, a superação de alguns desafios da análise do processo AC no público em contextos não formais, como a falta de tempo para preenchimento de questionários ou entrevistas presenciais ou posterior via telefone [Sjöberg, 2015], uma vez que pode ser aplicada na transcrição do diálogo e/ou na codificação de registros audiovisuais de diversas audiências quando participam de ações de comunicação pública da ciência.

O fato da ferramenta teórico-metodológica desenvolvida estar sendo utilizada em diferentes pesquisas possibilitou seu refinamento no que diz respeito às suas dimensões teóricas e metodológicas. Os desafios encontrados na sua aplicação vêm oportunizando ir ao encontro da proposta de Bauer, Allum e S. Miller [2007] no que se refere a construção de indicadores científicos e culturais para a realização de pesquisas em comunicação pública da ciência. Nessa linha, a ferramenta incorporou de forma progressiva os elementos relacionados à participação, ao engajamento e à apropriação social do conhecimento, além dos aportes relacionados à perspectiva política e econômica da ciência para a compreensão da AC, aspectos esses muito enfatizados na literatura latino-americana sobre o tema.

Um elemento relevante a ser destacado nas pesquisas desenvolvidas usando a ferramenta teórico-metodológica refere-se ao seu caráter qualitativo, o que envolve desafios relacionados às questões de subjetividade e de interpretação do pesquisador e ao processo de validação durante a análise realizada a partir dos indicadores e de seus atributos. Neste sentido, diferentes procedimentos foram adotados nas pesquisas realizadas com a finalidade de maximizar a credibilidade e confiabilidade dos resultados e da utilização da ferramenta. Para além da triangulação, com a utilização de vários instrumentos de coleta de dados (entrevista, observação, coleta de documentos e questionários), algumas das pesquisas utilizaram a análise qualitativa e quantitativa [Cerati, 2014; Lourenço, 2017; Norberto Rocha, 2018], a validação por pares [Lourenço, 2017], além da confrontação e análises cruzadas dos dados [Norberto Rocha, 2018].

Outro desafio encontrado na utilização da ferramenta foi a necessidade do desenvolvimento de uma escala que pudesse aferir e representar *como* e *com qual frequência* os indicadores e seus atributos podem ser identificados. Nessa perspectiva, Norberto Rocha [2018] estabeleceu critérios para a criação de uma escala que, integrada à ferramenta, aprofunda a forma de análise de cada atributo e, conseqüentemente, traz maior rigor à análise, apontando a intensidade pela qual

os atributos se expressam nas ações analisadas. Relembramos, contudo, os argumentos de Pooja e Sagar [2012] e Lucian e Dornelas [2015] que defendem que o processo de mensuração é mais amplo do que a atribuição de números aos objetos que se queira mensurar: seu objetivo é prover um mecanismo de análise que gere informação e sirva de fomento para uma tomada de decisão inteligente. O diferencial que a escala traz para a ferramenta é que ela permite ter uma maior apuração e melhor representação do “como” as características de cada um dos indicadores e atributos aparecem em cada uma das unidades de análise.

Consideramos, por fim, que o esforço de síntese na elaboração da ferramenta teórico-metodológica “Indicadores de AC” para o estudo de ações de educação não formal e comunicação pública da ciência resulta em um potente referencial para elucidar a presença e os limites do desenvolvimento do processo de AC. A ferramenta também se configura como possível referencial para o desenvolvimento de ações e processos avaliativos, apoiando educadores e comunicadores em suas diversas ações.

Referências

- ACHIAM, M. (2014). ‘Immersive exhibitions’. Em: Encyclopedia of science education. Ed. por GUNSTONE, R. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 1–3. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_346-4.
- (2016). ‘The role of the imagination in museum visits’. *Nordisk Museologi* 16 (1), pp. 89–100. <https://doi.org/10.5617/nm.3066>.
- ACHIAM, M. e MARANDINO, M. (2013). ‘A framework for understanding the conditions of science representation and dissemination in museums’. *Museum Management and Curatorship* 29 (1), pp. 66–82. <https://doi.org/10.1080/09647775.2013.869855>.
- AGUIRRE PÉREZ, C. e VÁZQUEZ MOLINÍ, A. M. (2004). ‘Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de ciencia como espacios educativos no formales’. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3 (3), pp. 339–362. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1026030>.
- AIKENHEAD, G. S. (1985). ‘Collective decision making in the social context of science’. *Science Education* 69 (4), pp. 453–475. <https://doi.org/10.1002/sce.3730690403>.
- ALBE, V. e PEDRETTI, E. (2013). ‘Introduction to the special issue on courting controversy: socioscientific issues and school science and technology’. Introduction au numéro spécial sur rechercher la controverse: les questions socio-scientifiques dans les cours de sciences et de technologie à l’école. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 13 (4), pp. 303–312. <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.847219>.
- ALLEN, S. (2002). ‘Looking for learning in visitor talk: a methodological exploration’. Em: Learning conversations in museums. Ed. por LEINHARDT, G., CROWLEY, K. e KNUTSON, K. Mahwah, NJ, U.S.A.: Lawrence Erlbaum.
- ALLEN, S. (2004). ‘Designs for learning: Studying science museum exhibits that do more than entertain’. *Science Education* 88 (S1), S17–S33. <https://doi.org/10.1002/sce.20016>.
- ASH, D. (2003). ‘Dialogic inquiry in life science conversations of family groups in a museum’. *Journal of Research in Science Teaching* 40 (2), pp. 138–162. <https://doi.org/10.1002/tea.10069>.

- AULER, D. (2002). 'Interações entre Ciência- Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciência'. Tese de Doutorado em Educação. Florianópolis, Brazil: Centro de Ciências de Educação, Universidade de Federal de Santa Catarina.
- (2003). 'Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"?' *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)* 5 (1), pp. 68–83.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172003050107>.
- AULER, D. e DELIZOICOV, D. (2001). 'Alfabetização científico-tecnológica para quê?' *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)* 3 (2), pp. 122–134.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>.
- BANDELLI, A. (2014). 'Contextualizing visitor participation: science centers as a platform for scientific citizenship'. Ph.D. thesis. Amsterdam, The Netherlands: Vrije Universiteit.
- BANDELLI, A. e KONIJN, E. A. (2013). 'Science centers and public participation: methods, strategies and barriers'. *Science Communication* 35 (4), pp. 419–448.
<https://doi.org/10.1177/1075547012458910>.
- BARAM-TSABARI, A. e LEWENSTEIN, B. V. (2017). 'Preparing scientists to be science communicators'. Em: Preparing informal science educators. Ed. por PATRICK, P. Cham, Switzerland: Springer, pp. 437–471.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-50398-1_22.
- BARRY, A. (1998). 'On interactivity: consumers, citizens and culture'. Em: The politics of display: museums, science, culture. Ed. por MACDONALD, S. London, U.K.: Routledge, pp. 98–117.
<https://doi.org/10.4324/9780203838600-12>.
- BAUER, M. W., ALLUM, N. e MILLER, S. (2007). 'What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda'. *Public Understanding of Science* 16 (1), pp. 79–95.
<https://doi.org/10.1177/0963662506071287>.
- BAUER, M. W. e HOWARD, S. (2012). 'Public Understanding of Science — a peer-review journal for turbulent times'. *Public Understanding of Science* 21 (3), pp. 258–267. <https://doi.org/10.1177/0963662512443407>.
- BAUER, M. W., PETKOVA, K. e BOYADJIEVA, P. (2000). 'Public knowledge of and attitudes to science: alternative measures that may end the "science war"'. *Science, Technology, & Human Values* 25 (1), pp. 30–51.
<https://doi.org/10.1177/016224390002500102>.
- BELL, P., LEWENSTEIN, B., SHOUSE, A. W. e FEDER, M. A. (2009). Learning science in informal environments: people, places and pursuits. Washington, DC, U.S.A.: Committee on Learning Science in Informal Environments.
<https://doi.org/10.17226/12190>.
- BIZERRA, A. F. (2009). 'Atividade de aprendizagem em museus de ciências'. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Brazil: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- BODMER, W. (2010). 'Public Understanding of Science: the BA, the Royal Society and COPUS'. *Notes and Records of the Royal Society* 64 (Suppl. 1), S151–S161.
<https://doi.org/10.1098/rsnr.2010.0035>.
- BORUN, M. e DRITSAS, J. (1997). 'Developing family-friendly exhibits'. *Curator: The Museum Journal* 40 (3), pp. 178–196.
<https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1997.tb01302.x>.

- BUCCHI, M. e TRENCH, B. (2014). 'Science communication research: themes and challenges'. Em: *Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Ed. por BUCCHI, M. e TRENCH, B. 2ª ed. London, U.K. e New York, U.S.A.: Routledge, pp. 1–13. <https://doi.org/10.4324/9780203483794>.
- BUSTOS, T. P. e BORDA, M. L., ed. (2011). *Ciencia, tecnología y democracia: reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento*. Medellín, Colombia: Foro Nacional De Apropiación Social De La Ciencia y La Tecnología, Universidad Eafit e Colciencias. URL: <http://www.eafit.edu.co/investigacion/Documents/ciencia-tecnologia-democracia.pdf> (acesso em 13 de junho de 2015).
- BYBEE, R. W. (1995). 'Achieving scientific literacy'. *The Science Teacher* 62 (7), pp. 28–33.
- BYBEE, R. W. e DEBOER, G. E. (1994). 'Research on goals for the science curriculum'. Em: *Handbook of research in science teaching and learning*. Ed. por GABEL, D. L. New York, U.S.A.: McMillan.
- CALTON, T. (1998). *Hands-on exhibitions: managing interactive museums and science centres*. London, U.K.: Routledge.
- CAMPOS, N. F. (2013). 'Percepção e aprendizagem no Museu de Zoologia: uma análise das conversas dos visitantes'. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia). São Paulo, Brazil: Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo.
- CASTELFRANCHI, Y., VILELA, E., CASTRO MOREIRA, I., MASSARANI, L., SIMÕES, S. e FAGUNDES, V. (2016). *Os mineiros e a ciência: primeira pesquisa do Estado de Minas Gerais sobre percepção pública da ciência e tecnologia*. Belo Horizonte, Brazil: Fapemig.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (2017). *A ciência e tecnologia no olhar dos brasileiros. Percepção pública da C&T no Brasil — 2015*. Brasília, DF, Brazil: MCT.
- CERATI, T. M. (2014). 'Educação em jardins botânicos na perspectiva de alfabetização científica: análise de uma exposição e público'. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Brazil: Universidade de São Paulo.
- CHINELLI, M. V., PEREIRA, G. R. e DE AGUIAR, L. E. V. (2008). 'Equipamentos interativos: uma contribuição dos centros e museus de ciências contemporâneos para a educação científica formal'. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 30 (4), pp. 4505.1–4505.10. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172008000400014>.
- COLCIENCIAS (2010). *Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Bogotá, Colombia. URL: http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/estrategia-nacional-apropiacion-social.pdf (acesso em 4 de dezembro de 2015).
- DAVIS, R. C. (1958). *The public impact of science in the mass media*. Survey Research Center, Monograph. Ann Arbor, MI, U.S.A.: University of Michigan.
- DAZA-CAICEDO, S. (2013). 'La apropiación social de la ciencia y la tecnología como un objeto de frontera'. Em: *Comunicação, divulgação e percepção pública de ciência e tecnologia*. Ed. por VOGT, C., DIAS, S., PALLONE, S., BARATA, G. e KANASHIRO, M. Rio de Janeiro, Brazil: De Petrus, pp. 49–62. URL: http://www.academia.edu/8383396/LA_APROPIACION_SOCIAL_DE_LA_CIENCIA_Y_LA_TECNOLOGIA_COMO_UN_OBJETO_DE_FRONTERA (acesso em 3 de dezembro de 2013).

- DEBOER, G. E. (2000). 'Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform'. *Journal of research in science teaching* 37 (6), pp. 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L).
- DELICADO, A. (2009). 'Scientific controversies in museums: notes from a semi-peripheral country'. *Public Understanding of Science* 18 (6), pp. 759–767. <https://doi.org/10.1177/0963662508098577>.
- DELIZOICOV, D. e AULER, D. (2011). 'Ciência, tecnologia e formação social do espaço: questões sobre a não-neutralidade'. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* 4 (2), pp. 247–273.
- DEWEY, J. (1934). 'The supreme intellectual obligation'. *Science Education* 18 (1), pp. 1–4. <https://doi.org/10.1002/sce.3730180102>.
- EINSIEDEL, A. e EINSIEDEL, E. (2004). 'Museums as agora: diversifying approaches to engaging publics in research'. Em: *Creating connections. Museums and the public understanding of current research*. Ed. por CHITTENDEN, D., FARMELO, G. e LEWENSTEIN, B. Walnut Creek, CA, U.S.A.: AltaMira Press.
- ERDURAN, S. e MUGALOGLU, E. Z. (2013). 'Interactions of economics of science and science education: investigating the implications for science teaching and learning'. *Science & Education* 22 (10), pp. 2405–2425. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9519-8>.
- EUROBAROMETER (2001). *Europeans, science and technology*. Eurobarometer, 55.2. Brussels, Belgium: European Commission.
- (2003). *Public opinion in the countries applying for European Union membership*. Eurobarometer CC-EB 2002.3, Science & Technology. Brussels, Belgium: European Commission.
URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ed55e230-cb0d-48c7-863c-1d7e80a65639>.
- (2005). *Europeans, science and technology*. Eurobarometer 63.1. Brussels, Belgium: European Commission.
- EUROPEAN COMMISSION (2010). *Science and technology: report*. Brussels, Belgium.
- EUROPEAN COMMISSION/INRA (1993). *Europeans, science and technology: public understanding and attitudes*. Brussels, Belgium: European Commission.
URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/634eb2b8-aaab-4a35-b2be-772d4abb7e01>.
- FALK, J. H. e DIERKING, L. D. (2012). 'Lifelong science learning for adults: the role of free-choice experiences'. Em: *Second International Handbook of Science Education*. Ed. por FRASER, B. J., TOBIN, K. e MCROBBIE, C. J. Vol. 1. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 1063–1079. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_70.
- FALK, J. H. e GILLESPIE, K. L. (2009). 'Investigating the Role of Emotion in Science Center Visitor Learning'. *Visitor Studies* 12 (2), pp. 112–132. <https://doi.org/10.1080/10645570903203414>.
- FALK, J. H. e STORKSDIECK, M. (2005). 'Learning science from museums'. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* 12 (Suppl.), pp. 117–143. <https://doi.org/10.1590/s0104-59702005000400007>.
- FALK, J. H. e DIERKING, L. D. (1992). *The museum experience*. Washington, D.C., U.S.A.: Whalesback Books.

- FAPESP — FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (2005). Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2004. São Paulo, Brazil: FAPESP. URL: <http://www.fapesp.br/2060> (acesso em 17 de setembro de 2018).
- (2010). Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2010. São Paulo, Brazil: FAPESP. URL: <http://www.fapesp.br/6479> (acesso em 17 de setembro de 2018).
- FOUREZ, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique — essai sur les finalités de l’enseignement des sciences*. Brussels, Belgium: DeBoeck-Wesmael.
- (2003). ‘Crise no ensino de ciências?’ *Investigações em Ensino de Ciências* 8 (2), pp. 109–123. URL: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542>.
- (2005). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires, Argentina: Colihue.
- HANZEL, R. M. e TREFIL, J. (1997). ‘Alfabetismo científico’. Em: *La popularización de la ciencia y la tecnología: reflexiones básicas*. Ed. por MARTÍNEZ, E. e FLORES, J. México: RedPop, Unesco.
- HEATH, C. e VOM LEHN, D. (2008). ‘Configuring ‘interactivity’’. *Social Studies of Science* 38 (1), pp. 63–91. <https://doi.org/10.1177/0306312707084152>.
- HENRIKSEN, E. K. e FRØYLAND, M. (2000). ‘The contribution of museums to scientific literacy: views from audience and museum professionals’. *Public Understanding of Science* 9 (4), pp. 393–415. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/9/4/304>.
- HINE, A. e MEDVECKY, F. (2015). ‘Unfinished Science in Museums: a push for critical science literacy’. *JCOM* 14 (02), A04. URL: https://jcom.sissa.it/archive/14/02/JCOM_1402_2015_A04.
- HODSON, D. (2013). ‘Don’t be nervous, don’t be flustered, don’t be scared. Be prepared’. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 13 (4), pp. 313–331. <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.845327>.
- (2017). ‘What is scientific literacy and why do we need it’. URL: <http://www.mun.ca/educ/faculty/mwatch/fall105/hodson.htm> (acesso em 18 de setembro de 2018).
- HURD, P. D. (1958). ‘Scientific literacy: its meaning for american schools’. *Educational Leadership* 16, pp. 13–16.
- (1998). ‘Scientific literacy: new minds for a changing world’. *Science Education* 82 (3), pp. 407–416. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G).
- HUXLEY, T. (1898). *Science and culture. Collected essays*. New York, U.S.A.: Appleton.
- INSTITUTO GALLUP DE OPINIÃO PÚBLICA (1987). *O que o brasileiro pensa da ciência e da tecnologia? A imagem da ciência e da tecnologia junto à população urbana brasileira*. Relatório de pesquisa. Brasília, Brazil.
- KAYANO, J. e CALDAS, E. d. L. (2002). ‘Indicadores para o diálogo’. Em: *Novos contornos da gestão local: conceitos em construção*. Ed. por OLIVEIRA, F. d., DOWBOR, L., CACCIA-BAVA, S., SPINK, P., LEVY, E., CRUZ, M. d. C. M. T., SILVEIRA, C., BOCAJUVA, C., ZAPATA, T., VAZ, J. C., KAYANO, J., CALDAS, E. e PAULICS, V. São Paulo, Brazil: Programa de Gestão Pública e Cidadania, FGV-EAESP.
- KRASILCHIK, M. (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo, Brazil: EDUSP.

- KRASILCHIK, M. (2009). 'Ensino de ciências: um ponto de partida para a inclusão'. Em: Ensino de ciências e desenvolvimento: o que pensam os cientistas. Ed. por WERTHEIN, J. e CUNHA, C. 2ª ed. Brasília, Brazil: Unesco, Instituto Sangari, pp. 207–211.
- LATOURET, B. e WOOLGAR, S. (1979). *Laboratory life: the construction of scientific facts*. London, U.K.: Sage.
- LAUGKSCHE, R. C. (2000). 'Scientific literacy: a conceptual overview'. *Science Education* 84 (1), pp. 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C).
- LEDERMAN, N. G. (2006). 'Syntax of nature of science within inquiry and science instruction'. Em: Scientific inquiry and nature of science. Science & Technology Education Library. Ed. por FLICK, L. B. e LEDERMAN, N. G. Vol. 25. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 301–317. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_14.
- LEPORO, N. (2015). 'Pequenos visitantes na exposição "o mundo gigante dos micróbios": um estudo sobre a percepção'. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia). São Paulo, Brazil: Universidade de São Paulo.
- LEWENSTEIN, B. V. e BROSSARD, D. (2006). *Assessing models of public understanding in ELSI outreach materials*. Rel. técn. U.S.A. <https://doi.org/10.2172/876753>.
- LINN, M. C. e THIER, H. D. (1975). 'The effect of experiential science on development of logical thinking in children'. *Journal of Research in Science Teaching* 12 (1), pp. 49–62. <https://doi.org/10.1002/tea.3660120108>.
- LONGHI, M. T., REATEGUI, E. B., BERCHT, M. e BEHAR, P. A. (2007). *Um estudo sobre os fenômenos afetivos e cognitivos em interfaces para softwares educativos*. Porto Alegre, Brazil.
- LOURENÇO, M. F. (2017). 'Materiais educativos em museus e sua contribuição para a alfabetização científica'. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Brazil: Universidade de São Paulo.
- LUCIAN, R. e DORNELAS, J. S. (agosto de 2015). 'Mensuração de Atitude: Proposição de um Protocolo de Elaboração de Escalas'. *RAC — Revista de Administração Contemporânea* 19, pp. 157–177.
- MARANDINO, M. (2001). 'O conhecimento biológico nas exposições de museus de ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo'. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Brazil: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- (2011). 'Por uma didática museal: propondo bases sociológicas e epistemológicas para análise da educação em museus'. Tese de Livre Docência. São Paulo, Brazil: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- (2017). 'Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal?' *Ciência & Educação (Bauru)* 23 (4), pp. 811–816. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170030001>.
- MARANDINO, M., CONTIER, D., NAVAS, A. M., BIZERRA, A. e CERQUEIRA DAS NEVES, A. L. (2016). *Controvérsias em museus de ciências: reflexões e propostas para educadores*. São Paulo, Brazil: FE-USP.
- MCCURDY, R. C. (1958). 'Toward a population literate in science'. *The Science Teacher* 25 (7), pp. 366–367, 369, 408. URL: <https://www.jstor.org/stable/24143742>.
- MCT (2006). *Pesquisa de percepção pública da ciência — 2006*. Brasília, Brazil: MCT. URL: <http://www.cnpq.br/documents/10157/c52098dc-9364-4661-a8a9-d99c0b2bb9ef> (acesso em 6 de julho de 2012).

- MCT (2010). Pesquisa de percepção pública da ciência — 2010. Brasília, Brazil: MCT.
- MCTI (2015). Percepção pública da ciência e tecnologia 2015 — ciência e tecnologia no olhar dos brasileiros. Sumário executivo. Brasília, Brazil: CGEE.
URL: <http://percepcaocti.cgee.org.br/> (acesso em 21 de setembro de 2015).
- MILLER, J. (2013). 'The sources and impact of civic scientific literacy'. Em: The culture of science. How the public relates to science across the globe. Ed. por BAUER, M. W., SHULKA, R. e ALLUM, N. New York, U.S.A. e Oxon, U.K.: Routledge, pp. 217–240.
- MILLER, J. D. (1983). 'Scientific literacy: xa conceptual and empirical review'. *Daedalus* 112 (2), pp. 29–48. URL: <http://www.jstor.org/stable/20024852>.
- MILLER, S. (2005). 'Os cientistas e a compreensão pública da ciência'. Em: Terra Incógnita: a interface entre ciência e público. Ed. por MASSARANI, L., TURNEY, J. e MOREIRA, I. Rio de Janeiro, Brazil: Casa da Ciência/UFRJ, Museu da Vida/Fiocruz, Vieira & Lent, pp. 115–132.
- MINGUES, E. (2014). 'O museu vai à praia: uma análise de uma ação educativa à luz da Alfabetização Científica'. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Brazil: Universidade de São Paulo.
- MOSQUERA, J. (2014). 'La exposición "cuerpo relaciones vitales" del Parque Explora-Medellín: evaluación desde la perspectiva de la alfabetización científica'. Dissertação (Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas). Huelva, Spain: Universidad Internacional de Andalucía, Universidad de Huelva.
- NORBERTO ROCHA, J. (2018). 'Museus e centros de ciências itinerantes: análise das exposições na perspectiva da alfabetização científica'. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Brazil: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- NORRIS, S. P. e PHILLIPS, L. M. (2003). 'How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy'. *Science Education* 87 (2), pp. 224–240.
<https://doi.org/10.1002/sce.10066>.
- OCDE — ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICOS (2002). Rumo a um desenvolvimento sustentável: indicadores ambientais. Trad. por TELES, A. M. S. F. Salvador, Brazil: Centro de Recursos Ambientais.
- OLIVEIRA, B. J., CAMPOS, V., REIS, D. D. e LOMMEZ, R. (2014). 'O fetiche da interatividade em dispositivos museais: eficácia ou frustração na difusão do conhecimento científico'. *Revista Museologia e Patrimônio* 7 (1), pp. 21–32.
URL: <http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/view/273>.
- OLIVEIRA, D. (2016). 'Biodiversidade em políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação: caracterização e perspectivas na integração do fomento à divulgação e educação em ciências'. Tese de Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Brazil: Universidade Federal do Rio Grande—Associação ampla FURG/UFRGS/UFSM.
- PEDRETTI, E. (2002). 'T. Kuhn meets T. Rex: critical conversations and new directions in science centres and science museums'. *Studies in Science Education* 37 (1), pp. 1–41. <https://doi.org/10.1080/03057260208560176>.
- PEDRETTI, E. e NAZIR, J. (2011). 'Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on'. *Science Education* 95 (4), pp. 601–626.
<https://doi.org/10.1002/sce.20435>.

- PELLA, M. O., O'HEARN, G. T. e GALE, C. W. (1966). 'Referents to scientific literacy'. *Journal of Research in Science Teaching* 4 (3), pp. 199–208.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660040317>.
- POLINO, C., ed. (2015). *Manual de antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires, Argentina: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
- POLINO, C. e CASTELFRANCHI, Y. (2012). 'The 'communicative turn' in contemporary techno-science: latin american approaches and global tendencies'. Em: *Science communication in the world: practices, theories and trends*. Ed. por SCHIELE, B., CLAESSENS, M. e SHI, S. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 3–17.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-4279-6_1.
- POOJA, S. e SAGAR, M. (2012). 'High impact scales in marketing: a mathematical equation for evaluating the impact of popular scales'. *Advances in Management* 5 (4), pp. 31–48.
 URL: <https://ideas.repec.org/a/mgn/journal/v5y2012i4a6.html>.
- RENNIE, L. J. (2007). 'Learning science outside of school'. Em: *Handbook of research on science education*. Ed. por ABELL, S. K. e LEDERMAN, N. G. Mahwah, NJ, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates.
- ROBERTS, D. A. (2007). 'Scientific literacy/science literacy'. Em: *Handbook of research in science education*. Ed. por ABELL, S. K. e LEDERMAN, N. G. Mahwah, NJ, U.S.A.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 729–779.
- ROCKEFELLER BROTHERS FUND (1958). 'The pursuit of excellence: education and the future of America'. Em: *Prospect for America*. Report number V of the Rockefeller panel reports. Garden City, NY, U.S.A.: Doubleday.
- RODRIGUES, J. (2017). 'Estudando a alfabetização científica por meio de visita roteirizada a uma exposição no jardim botânico'. Dissertação (Mestrado em Educação). São Paulo, Brazil: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- ROYAL SOCIETY OF LONDON (1985). *The public understanding of science*. London, U.K.: Royal Society.
- SANTOS, B. S. e AULER, D., ed. (2011). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília, Brazil: Universidade de Brasília.
- SASSERON, L. H. (2008). 'A alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores desse processo em sala de aula'. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Brazil: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. (2008). 'Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo'. *Investigações em Ensino de Ciências* 13 (3), pp. 333–352.
- SCHWAN, S., GRAJAL, A. e LEWALTER, D. (2014). 'Understanding and engagement in places of science experience: science museums, science centers, zoos and aquariums'. *Educational Psychologist* 49 (2), pp. 70–85.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.917588>.
- SHAMOS, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. U.S.A.: Rutgers University Press.
- SHEN, B. S. P. (1975). 'Science literacy: public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike'. *American Scientist* 63 (3), pp. 265–268. URL: <https://www.jstor.org/stable/27845461>.

- SJÖBERG, L. (2015). 'Correction for faking in self-report personality tests'. *Scandinavian Journal of Psychology* 56 (5), pp. 582–591.
<https://doi.org/10.1111/sjop.12231>.
- SNOW, C. P. (1959). *The two cultures and the scientific revolution*. New York, U.S.A.: Cambridge University Press.
- SOLIGO, V. (2012). 'Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais'. *Estudos em Avaliação Educacional* 23 (52), pp. 12–25.
<https://doi.org/10.18222/eae235220121926>.
- STRIEDER, R. B. e KAWAMURA, M. R. D. (2014). 'Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS'. *Uni-pluri/versidad* 14 (2), pp. 101–110.
- STURGIS, P. e ALLUM, N. (2004). 'Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes'. *Public Understanding of Science* 13 (1), pp. 55–74.
<https://doi.org/10.1177/0963662504042690>.
- TEIXEIRA, J. N. (2014). 'Experimentos surpreendentes e sua importância na promoção da motivação intrínseca do visitante em uma ação de divulgação científica: um olhar a partir da teoria de autodeterminação'. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências, Modalidade Física. Universidade de São Paulo, Brazil: Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- THIER, H. D. e LINN, M. C. (1976). 'The value of interactive learning experiences'. *Curator: The Museum Journal* 19 (3), pp. 233–245.
<https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1976.tb00502.x>.
- VOGT, C. e POLINO, C., ed. (2003). *Percepção pública da ciência: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. Campinas e São Paulo, Brazil: Ed. Unicamp e FAPESP.
- WAGENSBERG, J. (2000). 'Princípios fundamentais de la museología científica moderna'. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales* 26, pp. 15–20.
- (2005). 'The "total" museum, a tool for social change'. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* 12 (Suppl.), pp. 309–321.
<https://doi.org/10.1590/s0104-59702005000400015>.
- (2006). *Cosmocaixa. El museo total. Por conversación entre arquitectos y museólogos*. Barcelona, Spain: Sacyr.

Autores

Martha Marandino. Professora Associada da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Formada em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula. Doutora em Educação e Livre Docente pela USP. Coordenadora do Grupo de Estudo de Pesquisa em Educação Não Formal e Divulgação da Ciência. Diretora do Centro de Preservação Cultural da USP. Vice-coordenadora do Museu da Educação e do Brinquedo da FEUSP. Atua na pesquisa, ensino e extensão nos temas: educação em museus; divulgação científica; ensino de ciências.
 E-mail: marmaran@usp.br.

Jessica Norberto Rocha. Doutora em Educação na Universidade de São Paulo, Mestre em Divulgação Científica e Cultural pela Universidade Estadual de Campinas e graduada em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais. Fez intercâmbio acadêmico na Kings College London (Inglaterra). Divulgadora Científica da Fundação Cecierj do Rio de Janeiro. Professora no Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde e de Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência da Fiocruz e de Especialização em Ensino de Ciências do Instituto Federal do Rio de Janeiro. E-mail: jessicanorberto@yahoo.com.br.

Tania Maria Cerati. Pesquisadora do Instituto de Botânica em Educação para a Conservação. Bióloga e Pedagoga. Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo. Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais pela Universidade Estadual Paulista. Professora da disciplina Estágio de Docência do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica. Desenvolve pesquisas na área de Educação para Conservação, Alfabetização Científica e Ensino de Botânica. Coordena o Programa Educativo do Jardim Botânico de São Paulo. E-mail: taniacerati@gmail.com.

Graziele Scalfi. Doutoranda em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Mestre em Divulgação Científica e Cultural pelo Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Universidade Estadual de Campinas. Especialista em Divulgação da Ciência, da Tecnologia e da Saúde e em Ensino de Biociências e Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz. Experiência didática nas áreas de Educação, Ciências e Ecologia no Ensino Básico e Superior. Desempenhou atividades como bióloga, mediadora e em divulgação científica em centros ambientais, parques e zoológicos. E-mail: graziscalfi@usp.br.

Denise de Oliveira. Graduação em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Mestrado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e Doutorado em Educação em Ciências junto à Universidade Federal do Rio Grande — FURG. É Analista em Ciência e Tecnologia junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq desde 2002, atuando especialmente em ações de fomento à pesquisa em Ecologia e Biodiversidade e sua integração à educação e divulgação científica. E-mail: denise.oliveira@cnpq.br.

Márcia Fernandes Lourenço. Bióloga pela Universidade de Mogi das Cruzes, mestre em Zoologia pela Universidade de São Paulo e doutora em Educação pela Faculdade de Educação da USP. Chefe Técnica do Educativo do Museu de Zoologia da USP. Professora de Ciências da Rede Municipal de Ensino de São Paulo. Experiência em educação em espaços formais e não-formais, educação para a Ciência, alfabetização científica, educação em museus, produção de materiais educativos, desenvolvimento de programas educativos, formação de estagiários, treinamento de professores. E-mail: mfer@usp.br.

Como citar

Marandino, M., Norberto Rocha, J., Cerati, T. M., Scalfi, G., de Oliveira, D. e Fernandes Lourenço, M. (2018). 'Ferramenta teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões'. *JCOM – América Latina* 01 (01), A03. <https://doi.org/10.22323/3.01010203>.



© O(s) autor(es). Esta publicação é disponibilizada nos termos da licença [Atribuição — Não Comercial — SemDerivações 4.0 da Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Publicado pela SISSA Medialab. jcomal.sissa.it