

Análise do processo de alfabetização científica em crianças em espaços de educação não formal e divulgação da ciência

RESUMO

Entendemos a Alfabetização Científica (AC) como um direito dos cidadãos e um processo que ocorre ao longo da vida em diferentes espaços educacionais. Partimos do pressuposto de que também a criança, entendida como sujeito ativo, partícipe e produtora de cultura, pode ser considerada um sujeito da AC, via a promoção de diálogo entre culturas infantis e cultura científica. O objetivo do trabalho é, com base na ferramenta teórico-metodológica de Indicadores de Alfabetização Científica, analisar a aplicabilidade da ferramenta para o estudo e a avaliação de ações educativas e de divulgação científica para crianças. A ferramenta é composta por quatro indicadores (Científico, Interface social, Institucional e Interação) e seus atributos. Apresentamos os indicadores articulados com aspectos da infância e, apoiados em resultados de estudos empíricos, utilizamos a ferramenta para exemplificar e discutir seu uso para análise de ações educativas em espaços de educação não formal. Ao final, discutimos o papel da ferramenta no processo de avaliação e planejamento de ações educativas e de divulgação científica, com vistas à promoção da AC das crianças.

PALAVRAS-CHAVE: Alfabetização Científica. Criança. Indicadores. Educação não formal.

Graziele Aparecida de Moraes Scalfi

graziescalfi@gmail.com

orcid.org/0000-0002-1417-1287

Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação – FEUSP, São Paulo, SP, Brasil.

Amanda Cristina Teagno Lopes Marques

amandamarques@ifsp.edu.br

orcid.org/0000-0001-5418-2004

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Cynthia Iszlaji

cynthiaiszlaji@gmail.com

orcid.org/0000-0002-9624-7977

Museu de Microbiologia do Instituto Butantan – MMB-IBu, São Paulo, SP, Brasil.

Barbara Milan

barbarahmilan@gmail.com

orcid.org/0000-0002-9624-7977

Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação – FEUSP, São Paulo, SP, Brasil.

Jessica Norberto Rocha

jessicanorberto@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-9754-3874

Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Fundação Cecierj, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Martha Marandino

mamaran@usp.br

orcid.org/0000-0001-9175-012X

Universidade de São Paulo – Faculdade de Educação – FEUSP, São Paulo, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

Discussões e pesquisas sobre Alfabetização Científica (AC) têm ocupado lugar de destaque no campo da educação em Ciências. Defende-se que cabe à escola e aos diferentes espaços de educação não formal (ENF) contribuírem para este processo, considerando a importância de formar cidadãos críticos e capazes de participar em debates públicos que envolvam Ciência e tecnologia (CACHAPUZ et al., 2011; KRASILCHIK, MARANDINO, 2007; ROBERTS, 2007). Defender a AC como parte da educação geral carrega um viés democratizante, uma vez que potencializa a socialização do conhecimento científico em suas interações com as diferentes tecnologias e as práticas sociais, com vistas a ampliar as possibilidades de participação, apropriação e atuação crítica do cidadão na sociedade (DAZACAICEDO, 2013; LEWENSTEIN; BROSSARD, 2006).

Nesse sentido, partimos do pressuposto de que também a criança é sujeito da AC, especialmente ao considerar a AC como direito e como processo desenvolvido ao longo da vida. Entendemos a criança como pessoa que vivencia e compõe a infância, aqui entendida como categoria do tipo geracional (CORSARO, 2011; SARMENTO, 2003) que encerra modos particulares de ser, de estar e de se relacionar. É necessário, portanto, incluir a criança nas discussões sobre AC, sem que isso signifique desconsiderar sua(s) infância(s); trata-se de promover o diálogo entre as culturas infantis e a cultura científica¹ (FAGGIONATO-RUFINO, 2012), ampliando suas experiências de aprendizagem e de conhecimento do mundo.

Defendemos, também, a importância dos espaços de educação não formal na promoção da AC da população e a necessidade de aprofundar as discussões sobre as crianças, de forma a contemplá-las em suas especificidades nesses espaços (CARVALHO, LOPES, 2016; ISZLAJI, 2012; MARQUES, MARANDINO, 2018). Pensar a criança enquanto parte do público de ações educativas empreendidas pelos espaços de ENF com foco em Ciências implica repensar tempos, espaços, formas de interação, materiais e linguagem, de modo a potencializar e promover a efetiva inclusão da criança nesses contextos.

Diante desse cenário, o objetivo do presente artigo é, com base na ferramenta teórico-metodológica de Indicadores de Alfabetização Científica (MARANDINO et al., 2018), analisar a aplicabilidade da ferramenta para o estudo e a avaliação de ações educativas e de divulgação científica para crianças. Tendo como referência a literatura sobre AC e sobre a infância, buscou-se incluir a articulação de cada indicador e atributo da ferramenta aos aspectos relacionados à criança. Desse modo, exemplos de situações empíricas, extraídos de pesquisas já realizadas, foram usados, de modo a auxiliar sua compreensão. Vale ressaltar que a aplicação dessa ferramenta significa apresentar a forma como um instrumento pode auxiliar pesquisadores e educadores no processo de planejamento e avaliação de ações educativas em ciências voltadas à promoção da AC de crianças.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, CRIANÇA E ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO

São muitas as definições e interpretações do conceito de AC (LAUGKSCH, 2000; ROBERTS, 1983). Neste artigo, compreende-se a AC como um processo que ocorre dentro e fora da escola e que implica: a) a promoção de diálogos e aproximações entre a cultura experiencial dos indivíduos e a cultura científica; b)

a apropriação de saberes relacionados a termos e conceitos científicos, à natureza da ciência, às relações entre CTSA; c) a promoção de condições necessárias à realização de leituras críticas da realidade, à participação no debate público, à tomada de decisão responsável, à intervenção social em uma perspectiva emancipadora e de inclusão social.

A AC deve promover não apenas a apropriação de conhecimentos, mas também a construção do que Freire (2016, p. 83) chama de curiosidade epistemológica e favorecer a participação social. Defendemos que as ações que visem à AC devam estar permeadas por um projeto emancipador e de inclusão social, em uma perspectiva de defesa do ser humano, da justiça social e da democracia (CHASSOT, 2014). Essa definição abarca não apenas os autores que discutem a AC no campo educacional, mas também autores que promovem o diálogo entre o campo da comunicação pública da ciência e, ainda, o universo da educação não formal, ampliando os aspectos considerados relevantes para caracterizar o processo de AC.

Diferentes autores discutem AC de crianças, com foco no contexto escolar (VIECHENESKI; CARLETO, 2013; PIZARRO; SASSERON, 2008). No que toca à possibilidade de inclusão da criança no processo de AC, Lorenzetti e Delizoicov (2001) pontuam que é possível desenvolver a alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental, independentemente do domínio da escrita alfabética.

Cabe destacar que a AC não é promovida apenas pela escola, mas por diferentes espaços de educação não formal, como museus, brinquedotecas e teatro, ainda que o escopo e as formas de organização da ação educativa sejam distintos (HENRIKSEN; FROYLAND, 2000). Nesse sentido, a escola é um dos espaços nos quais acontecem a aprendizagem e a formação mais ampla do cidadão, que podem ser ampliadas ou complementadas pela ação educativa empreendida por contextos não escolares, os quais contribuem de forma específica e única para essa formação.

Quanto às ações de educação em ciências desenvolvidas em espaços de ENF, é necessário delinear a concepção de criança e de infância que sustenta a organização dos indicadores, de modo a contemplar as suas especificidades. Pautamo-nos em uma concepção de criança ativa, partícipe, produtora de cultura, inserida em um contexto social em que a infância pode ser vivenciada de diferentes formas, a depender das representações que se fazem dela e das condições concretas de existência². As crianças produzem cultura e participam dos campos culturais, o que inclui a cultura científica: ao se inserirem em um mundo no qual a ciência e a tecnologia estão presentes, apropriam-se criativamente de seus elementos (CORSARO, 2011; QVORTRUP, 2011; SARMENTO, 2005; JENKS, 2002).

Considerar as especificidades da infância implica reconhecer os modos próprios de ser, estar, conviver, aprender e pensar das crianças, que se distinguem da lógica própria do adulto (SARMENTO, 2003). Nesse sentido, o imaginário faz-se muito presente nas culturas infantis, que se caracterizam por outros elementos, a saber: não literalidade, faz-de-conta, interatividade, ludicidade. A criança brinca, imagina, navega entre dois mundos (o real e o imaginário) e entre duas lógicas (a lógica formal e a situação de faz-de-conta), interage com seus pares (as culturas infantis são essencialmente culturas de pares), cria, produz saberes.

No que tange à AC, podemos proporcionar à criança o acesso a elementos da cultura científica; não se trata de exigir que se apropriem de termos ou conceitos científicos, mas de possibilitar sua aproximação a eles e aos demais elementos que caracterizam a AC (MARQUES; MARANDINO, 2018). Nesse sentido, os indicadores e atributos de AC, produzidos para o público em geral (MARANDINO et al., 2018), precisam incorporar: a multiplicidade de experiências e linguagens a ser potencializadas; as interações; o tempo e o ritmo da criança; o brincar; e o diálogo com as culturas infantis.

Nas seções seguintes, descrevemos a ferramenta proposta por Marandino et al. (2018), mostrando como cada indicador pode dialogar com as especificidades das crianças. Em seguida, apresentamos exemplos de como os indicadores e os atributos podem ser evidenciados em três espaços educativos voltados à criança. Ao final, tecemos considerações sobre o potencial desta ferramenta para análise e avaliação do processo de AC voltado para o público infantil.

UMA PROPOSTA DE INDICADORES DE AC EM DIÁLOGO COM A INFÂNCIA

A ferramenta dos indicadores de AC proposta por Marandino et al. (2018) foi desenvolvida com o intuito de captar e sistematizar aspectos relacionados às várias dimensões da AC e é composta por quatro indicadores – Científico, Institucional, Interface social e Interação – e seus respectivos atributos (Figura 1). Esta ferramenta, construída e desenvolvida de forma colaborativa por um conjunto de pesquisadoras Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Divulgação em Ciência – GEENF desde 2014, engloba uma visão ampla e contemporânea de AC, cruzando referências, do campo da comunicação pública da ciência e da educação não formal, e ampliando os aspectos considerados relevantes e bem discutidos, no campo de ensino de Ciências, para caracterizar o processo de AC. O uso da ferramenta tem sido crescente por demais pesquisadores fora do âmbito do GEENF, como podemos verificar em pesquisas nacionais e internacionais (LIMA, 2019; LYRA, 2019; FERREIRA et al., 2017; MOSQUERA, 2014).

Figura 1 – Indicadores de Alfabetização Científica

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 financiadoras, 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

Fonte: Norberto Rocha (2018); Marandino et al. (2018, p.11).

A seguir, apresentamos os indicadores em diálogo com a infância.

INDICADOR CIENTÍFICO

O indicador científico contempla a aproximação e/ou a apropriação de termos, conceitos, ideias e procedimentos científicos, bem como a reflexão sobre a natureza da ciência e seu processo de produção (NGSS, 2013; NORRIS, PHILIPS, 2003; BYBEE, 1995). Também aborda questões que dizem respeito à dinâmica interna da ciência e seu caráter histórico e humano (AULER, DELIZOICOV, 2001). Logo, o indicador científico não se limita às definições de conceitos e princípios da Ciência; ele se expande para questões de como esse conhecimento é construído pela comunidade científica, estabelecido e validado, contribuindo para atuação de cidadãos mais informados e discriminadores em seus julgamentos, que compreendam a ciência como um empreendimento humano e sejam capazes de utilizar o conhecimento científico para fins pessoais e sociais. Quando pensamos na criança e em sua relação com o indicador científico, entendemos que a apropriação de saberes relacionados aos termos e conceitos científicos e à natureza da ciência configura-se como uma necessidade cultural, uma vez que os conteúdos de Ciências possibilitam a compreensão dos conceitos científicos, contribuindo para o entendimento, a discussão e a intervenção em um mundo em constante transformação (LORENZETTI, 2000). Nossa compreensão pauta-se, ainda, em uma visão defendida por Marques e Marandino (2018), segundo a qual conhecimentos do campo científico podem estar presentes, nas experiências de aprendizagem possibilitadas às crianças de maneira integrada, participativa e lúdica, como um elemento da cultura na qual a criança se insere. Assim:

Para a criança pequena, estar em processo de AC não implica necessariamente apropriar-se de termos e conceitos científicos, ainda que isso possa ocorrer. Estar em contato com o conhecimento científico, por meio de uma visita ao zoológico ou a uma exposição, cuidando de pequenos animais na escola, observando o caminho da formiga que carrega uma folha e visualizando representações do corpo humano em uma enciclopédia, já significa vivenciar o processo de AC, aproximando-se de elementos da cultura científica. Envolver-se em questionamentos sobre fenômenos que ocorrem à sua volta, elaborar hipóteses, buscar informações, socializar com outras crianças suas impressões significam aproximar-se de reflexões sobre a natureza da ciência (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 11).

O indicador científico compreende que o conhecimento em Ciências não pode ser atribuído somente aos conhecimentos de seus conceitos e fatos. A Ciência possui métodos e teorias, processos e produtos, sendo que este indicador enfatiza que processos da ciência advêm da forma como conceitos e teorias são construídos. Vivenciar os métodos e os procedimentos da ciência; compreender o papel das pesquisas científicas, incluindo o alcance social de suas utilizações; aproximar-se, por meio da exploração ou experimentação, aos instrumentos do campo científico e à compreensão de sua função são formas por meio das quais a criança pode começar a entender esse universo. E, ainda, é importante que desde cedo as atividades científico-tecnológicas sejam desmistificadas para esse público. Por exemplo: as crianças precisam entender que os cientistas não são gênios com poderes especiais ou malucos que ficam trancafiados em laboratórios, mesmo convivendo com desenhos animados que tratam esses profissionais muitas vezes

dessa forma. As crianças devem ser capazes de compreender que esses desenhos não retratam como a Ciência e a tecnologia são produzidas no cotidiano e, desse modo, é importante também apresentar a elas outros aspectos da produção científica; por exemplo: que a ciência é feita por um grupo de pessoas, homens e mulheres comuns que trabalham coletivamente e, desse modo, as suas atividades são condicionadas por crenças, interesses econômicos, políticos e sociais. De fato, as crianças têm potencial para compreender e precisam ser apresentadas a uma noção de Ciência em que os conhecimentos produzidos são transitórios, questionáveis e sujeitos a alterações (AULER, 2011; AULER; DELIZOICOV, 2001).

INDICADOR INTERFACE SOCIAL

Com este indicador, avalia-se o alcance do entendimento do significado social da ciência em duas ideias centrais e interdependentes que se influenciam mutuamente: a relação (e os impactos) da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) com a sociedade; e a influência (e a participação) da sociedade na CT&I. Também inclui os aspectos relacionados às forças de mercado ou aos processos políticos que influenciam o trabalho de cientistas. O acesso às informações de Ciência e tecnologia é considerado um fator importante para o exercício pleno da cidadania, fortalecendo a formação de uma cultura científica e possibilitando a construção de uma visão crítica acerca do processo do conhecimento científico pelos cidadãos (SANTOS, MORTIMER, 2001). Contribuíram para a construção deste indicador diferentes autores (SASSERO; CARVALHO, 2011; FOUREZ, 2003; NORRIS, PHILIPS, 2003; AULER, DELIZOICOV, 2001) que defendem os aspectos sociotécnico-científico para a promoção da AC. Por sua vez, o indicador incorpora aspectos essenciais de discussões sobre a comunicação pública da ciência, ao contemplar o princípio da participação social e do engajamento público, entendido como a possibilidade de tomada de decisão fundamentada no contexto das práticas sociais (SIS CATALYST, 2013; LEWENSTEIN; BROSSARD, 2006; SANTOS; MORTIMER, 2001). No que tange à criança e sua relação com o indicador de interface social, é preciso reforçar nossa concepção de criança, já apontada anteriormente, como um sujeito ativo e produtor de cultura. Nesse sentido, a criança, inserida em um mundo com Ciência e tecnologia, em uma cultura científica, pode apropriar-se criativamente de seus elementos, fazendo-se necessário que se reconheça seu direito à participação (MARQUES; MARANDINO, 2018) e à inclusão nos debates sobre questões que articulam o conhecimento científico a seus impactos sociais. Assim, a discussão de Ciência, Tecnologia e Sociedade emerge como apropriada para adentrar na infância, uma vez que volta sua atenção ao patrimônio científico e tecnológico e seu impacto na sociedade e na vida humana, considerando a transformação e o bem-estar social (UJIIE; PINHEIRO, 2017). Reconhecemos que possibilitar o acesso do público infantil a questões referentes ao indicador de interface social pode contribuir para a compreensão, a apropriação, a participação e a tomada de decisão das crianças em atividades e temas que tenham relação com a ciência. Martins e Paixão (2011) apontam que ter acesso à educação científica e tecnológica, desde a infância, é um direito de todos. Portanto, é preciso estabelecer um diálogo com as crianças sobre temas que evidenciem que as novidades científico-tecnológicas trazem benefícios, mas também riscos e consequências (AULER, 2011; MASSARANI, 2008; AULER; DELIZOICOV, 2001).

INDICADOR INSTITUCIONAL

Neste indicador, procura-se analisar a dimensão das instituições³ envolvidas com produção, divulgação e fomento da ciência, seus papéis, missões, ações, função social e público-alvo, permitindo identificar aspectos políticos, científicos e culturais relacionados a ela. Instituições que, via de regra, estão inseridas em esferas governamentais, sofrem pressões política, científica, social e cultural, que se refletem no trabalho dos profissionais da área educativa ou de divulgação da ciência (LAUGKSCH, 2000). Fourez (2005) afirma que 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 elementos centrais), é uma das vertentes que contribui para a pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente. O indicador institucional, em suma, remete a questões sobre as instituições onde a ciência é desenvolvida e como ela é fomentada e disseminada, potencializando a compreensão da função social dessas instituições. No que tange à criança, as instituições que promovem essa dimensão da AC podem possibilitar à criança o reconhecimento da sua função social, ampliando seu repertório relativo à cultura científica e à compreensão dos aspectos sociais, políticos e culturais que envolvem as instituições na produção da ciência (CERATI, 2014; KRASILCHIK, 2009).

INDICADOR INTERAÇÃO

Neste indicador, investigam-se as formas e a qualidade da interação e da participação do público nas diferentes ações educativas, buscando entender o potencial das interações dos pontos de vista físico, estético-afetivo e cognitivo. O indicador está embasado em um amplo referencial teórico que discute os aspectos relativos à aprendizagem em processos de educação não formal e divulgação científica. Considera tanto a forma de interagir e usar o espaço/objeto à luz dos conhecimentos e experiências prévias, quanto à promoção de habilidades científicas⁴ e conversas de aprendizagem no processo de investigação (FALK, DIERKING, 2012; ALLEN, 2002). Considera-se, ainda, a interação e o engajamento do público na promoção da AC (SCHAWN et al., 2014; WAGENSBERG, 2005; ALLEN, 2004). Ao incluir a criança nesse indicador, destacamos aspectos sobre a sensibilização, o envolvimento e a participação do público infantil (PISCITELLI, EVERETT, WEIER, 2003; ANDERSON et al., 2002; JENSEN, 1994). Incorporamos também a expressão de sentimentos por meio de linguagens (EDWARDS, GANDINI, FORMAN, 1999), além de princípios que são característicos das culturas infantis. Cabe ressaltar que a divisão em atributos de interação física, estético-afetiva e cognitiva adotada nesse indicador justifica-se apenas para fins de análise, uma vez que na ação esses elementos podem aparecer integrados e exercer influência mútua.

UMA PROPOSTA DE INDICADORES DE AC EM DIÁLOGO COM A INFÂNCIA

A ferramenta de indicadores de AC foi projetada para ser utilizada na análise de diferentes elementos, como público, documentos, exposições, ações educativas, de divulgação, etc., auxiliando na avaliação do potencial da ação na promoção da AC de crianças. Neste artigo, para exemplificar o uso da ferramenta

para análise de exposições e ações educativas voltadas para o público infantil, recorreremos às pesquisas já desenvolvidas sobre a temática, das quais foram eleitos três espaços de educação não formal: a Brinquedoteca Laboratório de Brinquedos e Materiais Pedagógicos (LABRIMP), da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo; a exposição Mundo da Criança, do Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT da PUCRS); os módulos de exposições interativas de museus e centros de ciências itinerantes. A escolha desses *loci* justifica-se por serem espaços de educação não formal desenvolvidos para as crianças e/ou nos quais crianças constituem grande parte do público recebido.

Nesta seção, selecionamos alguns exemplos de cada um dos espaços educativos analisados em pesquisas já desenvolvidas. Esta seleção teve como critério exposições nas quais as crianças são público-alvo. O trabalho de Marques e Marandino (2019) se dedicou a estudar o potencial do LABRIMP para o processo de AC de crianças. Já a dissertação de Iszlaji (2012) explorou os aparatos da exposição Mundo da Criança, analisando se e como esse museu leva em consideração a criança pequena em suas ações. Norberto Rocha (2018) estudou aparatos de 4 exposições itinerantes⁵, analisando seu potencial para o desenvolvimento da AC de seus públicos. Desse modo, exploramos os resultados desses estudos para exemplificar a presença (e a ausência) dos atributos em cada indicador analisado. Ressaltamos que a presença dos indicadores e atributos não é excludente, portanto, um módulo expositivo e/ou um aparato pode ser classificado em mais de um atributo de um mesmo indicador e, ainda, em indicadores diferentes. No caso de atributos ausentes, incluímos exemplos fictícios para ilustrar sua possível presença nesses locais.

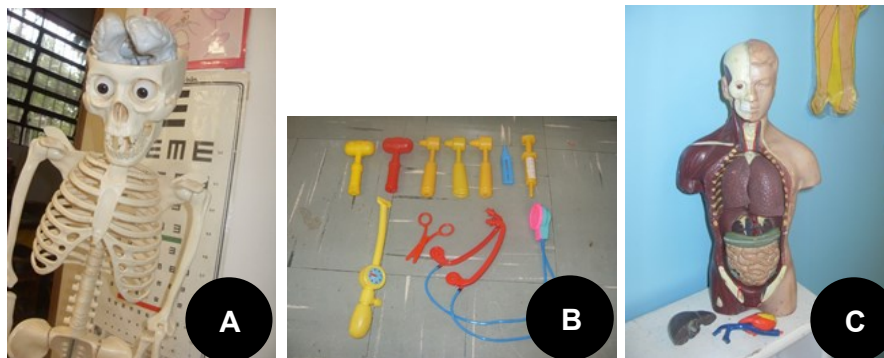
1) INDICADOR CIENTÍFICO

Atributo 1a – Conhecimentos e conceitos científicos, pesquisas científicas e seus resultados

O atributo inclui a aproximação a ideias, termos, conceitos (com explicitação ou não de seus significados) ligados a áreas específicas das Ciências da Natureza ligadas tanto às investigações científicas, quanto aos resultados globais do avanço do conhecimento e as pesquisas consolidadas e em andamento.

O ambiente de hospital do LABRIMP apresenta objetos – como o esqueleto humano, o torso, os cartazes nas paredes com representações de sistemas biológicos que potencializam a aproximação da criança a conteúdos, termos, conceitos e representações científicas. Ainda que o foco da brinquedoteca não seja a promoção de AC, as autoras entendem que esse processo pode ser potencializado, à medida em que são disponibilizados às crianças espaços, objetos, situações que dialogam com elementos da cultura científica. O brinquedo, enquanto suporte da brincadeira (KISHIMOTO, 2011), possibilita o acesso a determinados elementos da cultura, ou a representações de elementos da cultura (BROUGÈRE, 2008), o que pode incluir a cultura científica.

Figura 2 - Objetos presentes no hospital LABRIMP A. Esqueleto. B. Instrumentos médicos e C. Torso humano



Fonte: Marques e Marandino (2019).

Na exposição Mundo da Criança, verificou-se que diferentes aparatos faziam menção a conteúdos, conceitos científicos, leis e teorias científicas nos textos apresentados na exposição. Entre eles, destacamos a vitrine sobre dinossauros, com os nomes científicos dos exemplares nas legendas do módulo – como: *Protoceratops*, *Velociraptor*, *Tyrannosaurus rex*, etc. – e a vitrine com modelos tridimensionais que apresentam nomes, conceitos e informações científicas – como: germinação, *Leptolepis* (peixe fóssil), fatia de árvore fóssil etc. Esses exemplos são importantes, pois destacam a intenção desse museu de ciências em abordar conteúdos científicos em sua exposição voltada para este público. Além dos objetos, os textos existentes nesse espaço também possibilitam o acesso da criança aos termos, aos conceitos e às ideias e, mesmo que ela não seja alfabetizada, a leitura pode ser mediada por um adulto.

Atributo 1b – Processo de produção de conhecimento científico

Este atributo considera a aproximação e identificação de processos, métodos, procedimentos e instrumentos da ciência, como formulação de hipóteses, realização de testes, registros, observações, uso e aproximação a uma variedade de ferramentas simples para suas observações – lupas, microscópios instrumentos de medição simples, etc. O atributo compreende também a dinâmica interna da ciência e o seu caráter histórico, epistemológico e filosófico.

Verificamos que, nas exposições analisadas, a ocorrência do atributo foi identificada pela presença de diferentes objetos que remetem à produção da ciência. Por exemplo: o microscópio no hospital do LABRIMP; a lupa e um microscópio binocular, para visualizar espécimes de invertebrados ou parte deles no módulo Observando os invertebrados, na exposição Mundo da Criança, e o aparato Pequeno arqueólogo, com instrumentos utilizados por arqueólogos, como pincéis; e na exposição do Ciência Móvel/FIOCRUZ, no módulo expositivo Nas pegadas de Darwin, quando se apresentam as histórias dos cientistas Charles Darwin e Alfred Wallace e o processo percorrido, por ambos, na elaboração da Teoria da Evolução e na publicação do livro *A origem das espécies*, em 1859. Esses exemplos evidenciam aspectos da produção do conhecimento científico e os fatores que influenciam na dinâmica interna à ciência.

Tratar da produção do conhecimento científico, sua transformação e evolução, da elaboração de novas teorias, do uso de novos métodos e da criação de novos conceitos, das controvérsias inerentes ao seu processo de produção podem parecer temas complexos para o público infantil. A respeito, concordamos com Gil-Perez (1993) e Matthews (1990), ao defenderem que a criança pode conhecer como a ciência se desenvolve e é produzida. Esses elementos potencializam o acesso da criança aos aspectos relativos à natureza e à dinâmica interna da ciência, uma vez que permitem perceber as diferenças e as influências dos indivíduos e das instituições implicadas nos processos de construção do conhecimento científico.

Atributo 1c – Papel do pesquisador no processo de produção do conhecimento

Neste atributo, incluem-se a referência a pesquisadores envolvidos no processo de produção da ciência e o reconhecimento da ciência como produção humana empreendida por seres humanos de diferentes origens sociais, culturais, étnicas e de diferentes orientações sexuais, seja de forma individual ou em equipe.

A exposição Mundo da Criança apresenta este atributo no aparato Jogo dos Gênios, ao apresentar o nome de cientistas, como Albert Einstein, Carolus Linnaeus e Galileu Galilei. No aparato Pequeno arqueólogo, o atributo está presente ao favorecer as crianças a possibilidade de simular o processo de escavação de réplicas de fósseis – se aproximando da prática de campo realizada por arqueólogos. A legenda Faça o trabalho de um arqueólogo, use o pincel para encontrar e limpar as peças auxilia também na compreensão da atividade do pesquisador. No Ciência Móvel (FIOCRUZ), o módulo Nas Pegadas de Darwin evidenciou a presença deste atributo, pois inclui informações sobre a vida pessoal do cientista, como datas importantes, aspectos da vida familiar e eventos da vida que determinaram sua carreira, reforçando a ideia da ciência como atividade humana. Vejamos um trecho do texto expositivo:

Charles nasceu em 12 de fevereiro de 1809, na Inglaterra, numa família rica e num ambiente estimulante para ideias novas. Seu pai era um médico bem-sucedido e o avô, um importante cientista, poeta e inventor. [Charles] adorava colecionar conchas, selos, moedas e minerais. Gostava de fazer experimentos num laboratório de química com seu irmão Erasmus. Mas não teve um bom desempenho na escola. Na universidade, não se interessou pela medicina, como o pai queria. Nessa época, fez muitas excursões com professores de geologia e biologia, alimentando sua paixão pela natureza.[...] Depois da universidade, apareceu a oportunidade que mudou sua vida: uma viagem ao redor do mundo, a bordo do navio Beagle... (NORBERTO ROCHA, 2018).

Os exemplos revelam que as exposições analisadas possibilitam que o público, incluindo a criança, conheça alguns dos cientistas e compreenda que a sua história de vida, suas características pessoais, bem como suas crenças e valores, além da relação que estabelecem com suas hipóteses e como seus campos de atuação influenciam a natureza de suas investigações (BAYIR et al., 2013). Esses elementos ajudam a aproximar a criança de uma imagem não estereotipada do cientista (SIQUEIRA, 2008).

2) INDICADOR INTERFACE SOCIAL

Atributo 2a – Impactos da ciência na sociedade

O atributo visa identificar se, nos espaços e ações analisados, há a promoção de diálogos que evidenciam como a ciência e a tecnologia afetam a sociedade e o ambiente natural; se os riscos e benefícios do desenvolvimento da CT&I são demonstrados, bem como as questões éticas envolvidas na relação da ciência com sociedade; a conexão com o cotidiano e a resolução de problemas sociais; a influência da ciência nas questões sociais, promovendo assim uma percepção mais elaborada da ciência.

No LABRIMP, consideramos que a área do hospital possibilita o estabelecimento de conexões do conhecimento científico com o cotidiano e com as vivências pessoais da criança – relacionadas à saúde/doença, ao atendimento médico, ao hospital etc. Na exposição Mundo da Criança, o atributo está presente no aparato A Usina, composto por uma maquete e textos que demonstram o funcionamento de uma usina hidrelétrica e a produção e transmissão de energia elétrica. Similarmente, na Caravana da Ciência (CECIERJ), o aparato interativo Casa de Consumo demonstra a quantidade de energia elétrica consumida pelos diferentes equipamentos eletrônicos presentes no cotidiano de uma casa. Ambos os exemplos evidenciam a presença deste atributo e podem aproximar a criança das relações da ciência e da tecnologia e seu cotidiano, bem como reflexões sobre o impacto da ciência na sociedade.

Atributo 2b – Influência da economia e política na ciência

Este atributo está relacionado à aproximação a discussões sobre fatores políticos, econômicos e comerciais que influenciam as pesquisas científicas e o desenvolvimento da CT&I, bem como aspectos relacionados ao financiamento da ciência. Ele vem sendo pouco identificado em nossas pesquisas, seja em espaços voltados para o público geral como naqueles voltados para crianças. No Museu Itinerante Ponto UFMG, este atributo foi identificado na Sala dos Biomas, que aborda as principais características de alguns biomas e a interferência do ser humano nesses ambientes. Há também a apresentação de um vídeo sobre o bioma Floresta Tropical, que trata da atividade antrópica e dos motivos econômicos e comerciais que ocasionam a extração predatória da madeira e a consequente perda da biodiversidade. Nesse sentido, a criança pode ser aproximada a questões políticas e econômicas relacionadas à conservação ambiental e à sustentabilidade.

Ao longo dos estudos desenvolvidos (NORBERTO ROCHA, 2018; LOURENÇO, 2017; RODRIGUES, 2017; OLIVEIRA, 2016; CERATI, 2014; MINGUES, 2014), observamos que este é um atributo pouco presente nas exposições brasileiras e que há escassez de pesquisas na área que investigam a compreensão do público (adultos e crianças) dos aspectos morais, políticos e ambientais das decisões políticas na ciência. A aproximação a esse tema pela criança, ou pelo adulto, é desafiante; bem como para os profissionais que elaboram as ações, incluir esses temas em suas propostas. Dessa forma, os espaços de educação e divulgação científica, como sugerem Macdonald e Silvertone (1992), precisam abordar seu

conteúdo considerando um contexto social e político mais amplo. Ou seja, abordar questões para além de afirmações e fatos científicos e oferecer para o público elementos relacionados ao processo da construção desse conhecimento e seu contexto – o que inclui a influência da economia e da política na ciência e a negociação de poder, saberes, intenções e interesses muitas vezes conflitantes. Assim, a presença desse atributo na ferramenta dos indicadores contribui para que essas dimensões/aspectos sejam considerados na elaboração ou na avaliação das ações educativas que buscam favorecer o desenvolvimento dos processos de AC do público e, em especial, do público infantil.

Atributo 2c – Influência e Participação da sociedade diante da ciência

Questões sobre a origem e o desenvolvimento da pesquisa a partir de demandas da sociedade; o conhecimento e a opinião da sociedade sobre a ciência; a efetiva participação dos indivíduos e/ou grupos nas decisões sobre ciência; e a utilização dos resultados da ciência para engajamento e empoderamento estão contemplados neste atributo. O atributo inclui ainda a identificação da legitimidade de outras formas de conhecimento e a valorização dos saberes locais/tradicionais na pesquisa; ou seja, aspectos relacionados à apropriação social da ciência quanto à valorização dos saberes sociais no desenvolvimento da pesquisa.

No LABRIMP, considerou-se que a área do hospital contempla o atributo, uma vez que nele a criança tem a possibilidade de fazer escolhas relacionadas à saúde no brincar de faz-de-conta, o que remete à participação social e ao processo de tomada de decisão. Na Sala dos Biomas do Museu Itinerante Ponto UFMG, este atributo foi contemplado em um dos vídeos sobre o Cerrado, ao chamar a atenção para a pouca pesquisa feita sobre este bioma e ao abordar os impactos não sustentáveis da ação do ser humano. O acesso a essas informações possibilita a reflexão e a tomada de posição da criança em questões relacionadas à ciência, considerando que a criança é uma pessoa de direito que possui capacidades peculiares para agir social e politicamente (SARMENTO, 2007). Como afirma Qvortrup (2011), qualquer assunto que afete a sociedade em geral é potencialmente pertinente às crianças, afinal, as crianças são, como os adultos, participantes ativos em atividades organizadas e estão envolvidas na produção econômica e no consumo, afetando e sendo afetadas por grandes eventos e transformações sociais. Assim como o atributo anterior, este atributo não tem sido frequentemente encontrado nos trabalhos que buscaram aplicar a ferramenta.

3) INDICADOR INSTITUCIONAL

Atributo 3a – Instituições envolvidas na produção e divulgação da ciência, seus papéis e missões

Neste atributo, avalia-se a menção a instituições que estão envolvidas na produção e divulgação da ciência. Por sua vez, o atributo, quando presente, pode promover o reconhecimento, por parte da criança, de que a ciência que está sendo exibida em um museu é fruto das pesquisas científicas desenvolvidas na própria

instituição, caso seja parte de sua missão institucional, ou de pesquisas produzidas e divulgadas por outras instituições.

No Promusit do MCT/PUC/RS, no aparato Giroscópio Humano, há uma menção à agência governamental de pesquisa, descoberta e exploração espacial norte-americana NASA, explicitando que um equipamento semelhante ao giroscópio foi utilizado para treinamento de astronautas, localizando, então, uma instituição privada que está comprometida com o processo de conhecimento divulgado e que, por sua vez, contribui diretamente para a AC.

Ao considerar as crianças, a presença desse atributo possibilita que elas deem sentido à exposição, aos objetos e até ao seu momento de brincar em determinado espaço, criando uma narrativa própria, mas contextualizada com o exposto/divulgado no espaço. O atributo permite, ainda, a identificação do compromisso de que a instituição realiza ações de divulgação científica – como produção de materiais, oficinas, visitas monitoradas, entre outras, específicas para o público, incluindo o infantil.

Atributo 3b – Instituições financiadoras, seus papéis e missões

Este atributo refere-se à promoção de instituições financiadoras, executoras e/ou colaboradores dos projetos, como órgãos governamentais e/ou privados envolvidos no fomento e na divulgação da ciência. Ao evidenciar questões de natureza comercial/econômica da ciência, abre-se a também a possibilidade de reconhecimento, por parte das crianças, das instituições que financiam as pesquisas, bem como discussões e posicionamentos sobre questões que envolvam o conhecimento científico (ERDURAN; MULAGOGLU, 2013). Como exemplo da presença desse atributo, temos a Sala do Útero, do Museu Itinerante Ponto UFMG, onde aparecem identificados a universidade, a faculdade e o pesquisador responsável pela elaboração e cessão das imagens – apresentadas em um painel expositivo que trata das fases da gestação humana. Alguns aparatos interativos da exposição possuem a logomarca da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e um painel destaca esta instituição como uma das financiadoras do museu itinerante e de sua exposição.

Atributo 3c – Elementos políticos, históricos, culturais e sociais ligados à instituição

O atributo considera os elementos políticos e sociais ligados à instituição, a contextualização da dimensão histórica da instituição e seu papel para o desenvolvimento científico e das pesquisas e/ou das coleções mantidas pelas instituições. Este atributo não foi identificado nas exposições analisadas, sejam aquelas voltadas às crianças, seja ao público geral. Em seu aspecto político, sua presença poderia ser evidenciada por meio de uma atividade lúdica, como uma peça teatral infantil sobre HPV, por exemplo, discutindo a importância e as controversas em torno da vacina e destacando sua presença no calendário anual de vacinação do Ministério da Saúde. No aspecto histórico, o Indicador Institucional poderia ser evidenciado, por exemplo, em uma exposição sobre um pesquisador da instituição, com elementos e objetos reais do seu local de trabalho,

que podem ambientar e contextualizar sua vida e sua obra, revelando o papel daquela instituição no desenvolvimento da pesquisa científica.

4) INDICADOR INTERAÇÃO

Atributo 4a – Interação física

Este atributo permite identificar a possibilidade de promoção de experiências físicas do público na operação ou no funcionamento de um objeto ou aparato científico, como, por exemplo: tocar, manipular, observar, cheirar, sentir, etc. Se expressa quando o corpo do participante, ou parte dele, está envolvido diretamente na experiência, destacando a importância de conhecer e vivenciar fenômenos científicos por meio de demonstrações e experimentações nas quais a participação do sujeito é ativa.

As exposições em museus e centros de ciências, em geral, possuem fortes características de interação física. Além de necessitarem de manipulação e toque, muitos objetos possibilitam ou requerem o uso simultâneo por mais de uma pessoa; incentivam a experimentação e/ou a necessidade de um procedimento de interação, individual ou coletivo, para produção de um resultado ou para demonstração ou explicitação de conceito.

No hospital do LABRIMP, identificou-se a presença deste atributo, considerando que o espaço é destinado à brincadeira e possibilita a manipulação de objetos ligados às Ciências Naturais, com o respeito ao tempo e ao ritmo da criança. Na exposição Mundo da Criança, identificou-se a presença do atributo em aparatos que continham instruções para manipulação, como, por exemplo, no Observando os invertebrados, que continha a indicação Aperte para que a criança pudesse observar os animais ao microscópio; e o aparato O Plasmadisco, da mesma exposição, que apresenta a indicação Coloque a mão no disco.

Na Caravana da Ciência (CECIERJ), o atributo pode ser observado no aparato Simulador de Força Centrífuga com Líquido que demonstra, ao girar a manivela, a força inercial centrífuga. A partir dessa ação, a criança pode testar, controlar as variáveis e comparar o movimento da água e o formatado que ela assume, de acordo com a velocidade de centrifugação determinada pelo giro da manivela, o que favorece a experimentação.

Atributo 4b – Interação estético-afetiva

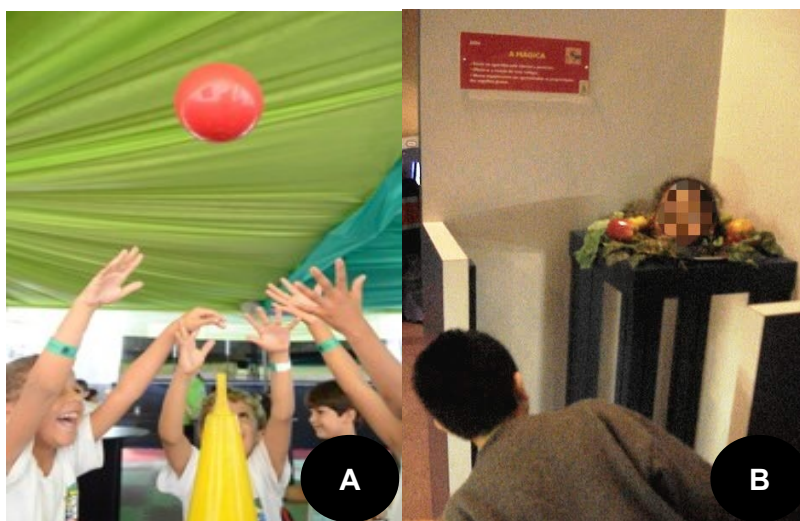
Este atributo é identificado quando a exposição tem potencial para promover manifestações de afetividade, respostas pessoais com emoções (como prazer, desprazer, surpresa, raiva, alegria, nojo, susto, medo, tristeza etc.), respostas corporificadas, como movimentos e gestos, em relação aos conhecimentos científicos abordados ou aos efeitos dos aparatos, bem como outras sensações, tanto em relação à ciência quanto ao formato como ela está sendo apresentada.

Em todos os quatro museus itinerantes analisados por Norberto Rocha (2018), há a exposição do módulo Cone soprador ou Sopro de Bernoulli, composto por uma base móvel, um cone por onde sai um jato de ar, e por uma bola que tem por

objetivo demonstrar a força de sustentação aerodinâmica. Consideramos que esse aparato tem um forte potencial para a interação estético-afetiva, porque possibilita uma interação de forma experimental, pela criança, promovendo a sensação de alegria e prazer por ser, simultaneamente, surpreendente e lúdico: a criança surpreende-se quando a bola fica suspensa no jato de ar, mesmo quando se inclina o tubo; além disso, depende da própria criança equilibrar as forças envolvidas e manter a bola suspensa, podendo ser vivenciado como uma brincadeira e um desafio para a criança, um coletivo de crianças (Figura – 3A).

Na exposição Mundo da Criança, o atributo interação estético-afetiva pode ser identificado em um aparato da área da física. O aparato A Mágica consiste em um retângulo envolto por espelhos planos verticalmente e na extremidade a criança coloca a cabeça em um espaço aberto enfeitado com uma bandeja de frutas. A criança entra por uma porta, atrás do aparato, e observa a reação de surpresa das outras crianças ao perceberem a não visualização do restante do seu corpo (Figura – 3B).

Figura – 3A. Três crianças tentam alcançar a bola suspensa pelo jato de ar do módulo expositivo. 3B. Crianças interagindo no aparato A Mágica



Fonte: A. NORBERTO ROCHA (2018), B. ISZLAJI (2012).

O que observamos nesses exemplos é a possibilidade de imersão e apreciação estética pelo público, incluindo a presença de momentos de contemplação. Isso se dá quando o espaço favorece a reconstrução da cena e a criação de uma atmosfera, de um ambiente – por meio do uso de cores, iluminação, cenário e organização expográfica, utilizando modelos ou objetos autênticos e originais e favorecendo uma comunicação potencialmente envolvente, atraente, prazerosa e motivadora (SCHWAN et al, 2014; REISS, TUNNICLIFFE, 2011; ASH, 2004).

Atributo 4c – Interação cognitiva

Este atributo pode ser identificado quando processos cognitivos e habilidades relacionadas à aprendizagem, à investigação científica e à análise crítica são favorecidos por meio da interação do visitante com o objeto e o discurso expositivo.

O atributo faz-se presente no hospital LABRIMP, em que há a possibilidade de vivência de habilidades investigativas, interação e estabelecimento de conexões com o cotidiano, por meio do brincar de médico e paciente. Já no Promusit, Norberto Rocha (2018) identificou o atributo no Jogo da Energia: um jogo de tabuleiro gigante, em que as crianças são os pinos, o que requer que as crianças realizem ações como identificar, caracterizar, supor, refletir, analisar, comparar, concluir e generalizar – ao interagirem com informações sobre consumo e economia de energia ao jogarem.

A partir dos exemplos, destacamos a importância de que espaços e ações educativas potencializem a mobilização de processos de habilidades como análise, reflexão, observação e levantamento de hipóteses. Estas ações estão relacionadas aos modos de fazer ciência. Ao vivenciar a ciência, a criança, de maneira integrada às dimensões afetiva, relacional e motora discutidas nos atributos anteriores, pode se envolver cognitivamente nas ações propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi o de apresentar uma ferramenta de indicadores e atributos de AC que dialoga com as especificidades da criança, reconhecendo-a como sujeito do processo de AC. Para tal, consideramos o potencial dos espaços de educação não formal e de divulgação científica na promoção da AC, destacando a importância de que estes contemplem a participação da criança.

Consideramos ser desafiante delinear uma proposta de indicadores de AC que considere a criança como público das ações de educação em Ciências promovidas por espaços de educação não formal. Ao defender-se que esses espaços ampliem as reflexões, de modo a contemplar a criança em suas ações, reconhecemos as especificidades da criança e seu direito ao acesso à cultura científica – sem que isso a faça deixar de ser criança. Nesse sentido, aparatos acessíveis, adequação da linguagem, presença do lúdico, interação, diálogo com o cotidiano são alguns dos aspectos a serem contemplados, a fim de tornarem os espaços acessíveis ao público infantil e contribuírem, de fato, para o desenvolvimento dos processos de AC das crianças.

Os espaços analisados evidenciaram presenças de atributos, mas também ausências, revelando os desafios e a complexidade do processo de AC para que esta seja promovida por ações de ENF, em especial aquelas voltadas às crianças. Verifica-se, assim, dificuldades em desenvolver exposições que promovam não somente o contato com (e a apropriação de) termos, ideias, conceitos e procedimentos científicos, mas que também incluam a compreensão da natureza da ciência e da relação CTSA. Nos exemplos, alguns dos atributos do Indicador Institucional e de Interface Social estiveram pouco presentes ou foram ausentes dos espaços analisados. A verificação de ausências, para além de revelar desafios, pode contribuir no processo de planejamento das ações, de modo que os espaços de ENF e de DC possam ampliar seu potencial, com vistas a contemplar a criança e seu processo de AC.

Nesse sentido, reforçamos que as categorias apresentadas, em termos de indicadores e atributos, contribuem no processo de análise, avaliação e intervenção de ações de ENF e DC voltadas ao público infantil – no que diz respeito

ao processo de AC de crianças. A presença e a ausência de atributos ou indicadores ajuda-nos a avaliar o potencial da ação, a fim de aprimorá-la. A ferramenta pode ser utilizada também junto ao público, com vistas a avaliar a existência de indícios do processo de AC em suas falas, em seus desenhos ou em outras formas de representação.

Esperamos que o proposto neste artigo contribua para a construção de ambientes desafiadores e enriquecidos para as crianças, capazes de promover a ampliação das experiências de aprendizagem relacionadas ao processo de Alfabetização Científica. Esperamos também que o artigo possa trazer contribuições à pesquisa em educação em ciência, com vistas a ampliar e a refinar o diálogo com o campo de estudos da infância.

Analysis of the process of scientific literacy in children in non-formal education spaces and science communication

ABSTRACT

We understand Science Literacy as a citizens' right and a lifelong process that occurs in different educational spaces. We assume that the child, understood as an active actor, participant and producer of culture, can be considered an agent of science literacy, through the promotion of dialogue between children's cultures and scientific culture. The aim of this paper is, based on the theoretical-methodological framework of Science Literacy Indicators, to analyze the applicability of the tool for the study and evaluation of educational and science communication activities for children. The framework consists of four indicators (Scientific, Social Interface, Institutional and Interaction) and their attributes. In this sense, we present the indicators articulating with aspects of childhood and supported by results of empirical studies to exemplify and discuss their use for analysis of educational actions in non-formal education spaces. Finally, we discuss the role of this framework in the process of evaluation and planning of educational actions and science communication targeted at promoting children's scientific literacy.

KEYWORDS: Scientific Literacy. Child. Indicators. Non-formal education.

NOTAS

¹ Por culturas infantis, entende-se a capacidade das crianças de construir, de forma sistematizada, modos de significação do mundo e da ação intencional que sejam distintos dos modos dos adultos; por cultura científica, entende-se o conjunto de conceitos, procedimentos, normas e valores relacionados ao campo científico, que se caracteriza por construir uma forma particular de ler a realidade, ancorada em linguagem e epistemologia próprias, que são histórica e socialmente produzidas – um produto cultural.

² As crianças são os sujeitos que se situam na infância, entendida como categoria social de tipo geracional; as crianças crescem, mas a infância como categoria geracional permanece na sociedade (QVORTRUP, 2011).

³ Entendemos a ideia de instituição em duas perspectivas. Uma sociológica, que afirma que as instituições sociais são instrumentos reguladores e normativos das ações humanas, as quais reúnem um conjunto de regras e procedimentos reconhecidos pela sociedade. Elas possuem estrutura social relativamente permanente e são marcadas por padrões de comportamentos delimitados por normas e valores específicos (LAKATOS e MARCONI, 2010). Assim, a ciência pode ser considerada uma instituição. Mas também consideramos a ideia de instituição segundo a Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências ABCMC (2000), que afirma que *instituição* é a denominação utilizada para caracterizar uma unidade de difusão de conhecimento, mesmo que essa unidade não seja institucionalizada e/ou autônoma administrativamente e esteja ligada a outra unidade (unidade de ensino superior, laboratório de pesquisa, secretaria de educação).

⁴ Como a presença do imaginário – que implica a possibilidade de alteração da linearidade temporal e da lógica formal –, a interatividade – que representa as múltiplas interações que as crianças estabelecem, em especial, entre os pares –, a ludicidade – marcada pelo modo peculiar de relação social e cultura, sendo o brincar uma condição de aprendizagem e de sociabilidade –, a fantasia do real – forma particular a partir da qual a criança compreende, expressa e atribui significado ao mundo –, e a reiteração – relacionada com o tempo da criança, que se repete, é reinventado e pode ser reiniciado (CORSARO, 2011; SARMENTO, 2003).

⁵ Foram eles: o Ciência Móvel, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Caravana da Ciência, da Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do Rio de Janeiro (Fundação Cecierj), o Museu Itinerante Ponto UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, e o Projeto Museu Itinerante (PROMUSIT), do MCT da PUCRS.

REFERÊNCIAS

ALLEN, S. Designs for learning: Studying science museums exhibits that do more than entertain. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. S17-S33, 2004. Supplement.

- ALLEN, S. Looking for Learning in Visitor Talk: a methodological Exploration. In: LEINHARDT, G.; CROWLEY, K. (Org.). **Learning Conversations in Museums**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, p.259-303, 2002.
- ANDERSON, D.; PISCITELLI, B.; WEIER, K.; EVERETT, M.; TAYLER, C. Children's Museum Experiences: Identifying Powerful Mediators of Learning. **Curator**, v. 45, n. 3, 2002, p. 213-231.
- ASH, D. Dialogic Inquiry in Life Science Conversations of Family Groups in a Museum. **Journal of research in Science teaching**. v. 40, n. 2, p. 138-162, 2004.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, 2001, p. 105-115.
- AULER, D. Ciência, tecnologia e formação social do espaço: questões sobre a não neutralidade. **Alexandria**, v. 4, n. 2, 2011, p. 247-273.
- BAYIR, E.; CAKICI, Y.; ERTAS, O. Exploring Natural and Social Scientists' Views of Nature of Science. **International Journal of Science Education**, v.36, n.8, p.1286-1312, 2013.
- BYBEE, R.W. Achieving Scientific Literacy. **The Science Teacher**, v.62, n.7, p.28-33, 1995.
- BROUGÈRE, G. **Brinquedo e cultura**. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARVALHO, C.; LOPES, T. O público infantil nos museus. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 41, n. 3, jul./set. 2016, p. 911-930.
- CERATI, T. **Educação em jardins botânicos na perspectiva da alfabetização científica**: análise de uma exposição e público. 213f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 2014.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 6ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.
- CORSARO, W. A. **Sociologia da infância**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DAZA-CAICEDO, S. La apropiación social de la ciencia y la tecnología como um objeto de frontera. In: VOGT, C; DIAS, S.; PALLONE, S.; BARATA, G.; KANASHIRO, M. (eds.). **Comunicação, divulgação e percepção pública de ciência e tecnologia**. Rio de Janeiro: De Petrus, 2013, p. 49-62.
- EDWARDS, C., GANDINI, L., FORMAN, G. **As cem linguagens da criança**: a abordagem de Reggio Emilia na educação da primeira infância. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999. p. 123-127.

ERDURAN, S.; MUGALOGLU, E. Z. Interactions of Economics of Science and Science Education: Investigating the Implications for Science Teaching and Learning. **Sci & Educ.** v. 22, n.10, p.2405–2425, 2013.

FAGGIONATO-RUFINO, S. **O diálogo entre aspectos da cultura científica com as culturas infantis na educação infantil.** 2012. 215 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, UFSCar, 2012.

FALK, J.; DIERKING, L. Lifelong Science Learning for Adults: the role of free-choice experiences. In: FRASER, B. J.; CAMPBELL, K. T.; MCROBBIE, J. **Second International Handbook of Science Education.** Chapter 70, v.1, 2012, p. 1063-1134.

FERREIRA, M.; ALVES, G. A.; CUNHA, M. B.; LEITE, R. F. Indicadores de alfabetização científica: um estudo em espaços não formais da cidade de Toledo - PR. **ACTIO**, v.2, n.2. 2017.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica:** Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Colihue, 2005.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, 2003, p. 109-123.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 54ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la Historia y Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, **Enseñanza de las Ciencias**, v.11, n.2, p.197-212, 1993.

HENRIKSEN, E.; FROYLAND, M. The contribution of museums to scientific literacy: views from audience and museum professionals. **Public Understanding of Science**, v. 9, n. 4, out. 2000, p. 393-415.

ISZLAJI, C. **A criança nos museus de ciências:** análise da exposição Mundo da Criança do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS. 2012. 256 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

JENKS, Chris. Constituindo a criança. **Educação, Sociedade e Culturas**, Porto, n. 17, p. 185-216, 2002.

JENSEN, M. Children's perceptions of their museum experience: A contextual perspective. **Children's Environments Quarterly**, v. 4, 1994, p. 300-324.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências: um ponto de partida para a inclusão. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Ensino de ciências e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. 2. Ed. Brasília: Unesco, Instituto Sangari, 2009.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, 2000, p. 71-94.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Sociologia Geral**. 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

LEWENSTEIN, B.; BROSSARD, D. **Assessing models of public understanding in ELSI outreach materials**, USA: Department of Energy: Final Report. Cornell: Cornell University, 2006.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científicas nas séries iniciais**. 2000. Dissertação. (Mestrado em Educação) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis SC, 2000.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-17, jun. 2001.

LOURENÇO, M. F. **Materiais educativos em museus e sua contribuição para a alfabetização científica**. 2017. 292 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

LIMA, et al. Indícios de alfabetização científica no Museu de Ciências da Vida da Universidade Federal do Espírito Santo. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência, 2019, Natal, RN. **Anais...XII ENPEC**.

LYRA, S. S. **O Potencial do Jogo Educativo “Batalha de Micróbios” como Estratégia de Alfabetização Científica no Museu Ciência e Vida, em Duque de Caxias, Rio de Janeiro**. 2019. 58 f. Dossiê da qualificação (Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde). Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MACDONALD, S.; SILVERSTONE, R. Science on display: representation of scientific controversy in museum exhibitions. **Public Understanding of Science**, v. 1, p. 69-87, 1992.

MARANDINO, M., NORBERTO ROCHA, J., CERATI, T. M., SCALFI, G., DE OLIVEIRA, D.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**, v.01, n.01, 2018.

MARQUES, A. C. T. L; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, p. 1-19, 2018.

MARQUES, A. C. T. L; MARANDINO, M. Alfabetização científica e criança: análise de potencialidades de uma brinquedoteca. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-25, mar. 2019.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. *In*: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

MASSARANI, L. Não na frente das crianças! As controvérsias da ciência e a divulgação científica para o público infanto-juvenil. **JCOM**, v.7, n.1, p.1-3, 2008.

MATTHEWS, M. R. History, Philosophy, and Science Teaching: The Case of Pendulum Motion, **Research in Science Education** v.19, p.187-198, 1990.

MINGUES, E. **O museu vai à praia**: uma análise de uma ação educativa à luz da Alfabetização Científica. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MOSQUERA, J. **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, 2014.

NGSS LEAD STATES. **Next Generation Science Standards**: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.

NORBERTO ROCHA, J. **Museus e centros de ciências itinerantes: análise das exposições na perspectiva da Alfabetização Científica**. 638 f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**. v. 87, n. 2, 2003, p. 224-240.

OLIVEIRA, D. **Biodiversidade em políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação: caracterização e perspectivas na integração do fomento à divulgação e educação em ciências**. 2016. 230 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde), Universidade Federal do Rio Grande, Associação FURG/UFRGS/UFSM, Brasília, 2016.

PISCITELLI, B. EVERETT, M.; WEIER, K. **Enhancing Young Children's Museum Experiences**: a manual for museum staff, QUT, Brisbane, 2003.

QVORTRUP, Jens. Nove teses sobre a "infância como um fenômeno social". **Pro-Posições**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 199-211, Apr. 2011.

REISS, M.J.; S.D. TUNNICLIFFE. Dioramas as Depictions of Reality and Opportunities for Learning in Biology. **Curator: The museum journal**. v. 54, n.4, p. 447 -459 2011.

ROBERTS, D. A. Scientific Literacy/Science Literacy. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**. New York: McMillan, 2007, p. 729-780.

_____. **Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs**. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services, 1983.

RODRIGUES, J. **Estudando a alfabetização científica por meio de visita roteirizada a uma exposição no jardim botânico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E.D. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, 2001, p. 95-111.

SARMENTO, M. J. Gerações e Alteridade: Interrogações a partir da Sociologia da Infância. **Educação e Sociedade**, n. 26 (91), p. 361-378, 2005.

SARMENTO, M. J. Imaginários e culturas da infância. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 12, n. 21, 2003, p. 51-69.

SARMENTO, M. J. Visibilidade social e estudo da infância. In: VASCONCELOS, V.M.R.; SARMENTO, M.J. (Org.). **Infância (in)visível**. Araraquara: J&M Martins, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, 2011, p. 59-77.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SIQUEIRA, D. C.O. Conhecimento, ciência e escola: representações em desenhos animados. In: MASSARANI, L. (Org.). **Ciência e Criança: a divulgação científica para o público infante-juvenil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

SIS CATALYST. Children **As Change Agents For the future of science & society**. 2013. Disponível em: <http://www.siscatalyst.eu>. Acesso em: 22 fev. 2015.

SCHWAN, S.; GRAJAL, A.; LEWALTER, D. Understanding and Engagement in Places of Science Experience: Science Museums, Science Centers, Zoos, and Aquariums, **Educational Psychologist**, v. 49, n. 2, p. 70-85, 2014.

UJIE, N.T; PINHEIRO, N. A. M. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação Infantil: discussão e aplicação possível. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. **Anais...** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2017.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. R. Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18. n. 3, 2013, p. 525-543.

WAGENSBERG, J. The “total” museum, a tool for social change. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, p. 309-321, 2005. Supplement.

Recebido: 15 ago. 2019

Aprovado: 04 out. 2019

DOI: 10.3895/actio.v4n3.10533

Como citar:

SCALFI, G., MARQUES, A. C. T. L.; ISZLAJI, C.; MILAN, B.; NORBERTO ROCHA, J.; MARANDNO, M. Análise do processo de Alfabetização Científica em crianças em espaços de educação não formal e divulgação da ciência. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 386-410, set./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Graziele Aparecida de Moraes Scalfi

Alfredo Martin Filho, 204, João Aranha, Paulínia, São Paulo, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

