

MUSEU DA VIDA/ CASA DE OSWALDO CRUZ / FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
CASA DA CIÊNCIA / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FUNDAÇÃO CECIERJ
MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS
INSTITUTO DE PESQUISA JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DIVULGAÇÃO
E POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

Karen dos Santos Toledo

“As aventuras científicas de Manu”: propondo uma série documental de divulgação científica sobre ciências biológicas para crianças

Rio de Janeiro
maio/2020

Karen dos Santos Toledo

“As aventuras científicas de Manu”: propondo uma série documental de divulgação científica sobre ciências biológicas para crianças

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência, do Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Divulgação e Popularização da Ciência.

Orientador(a): Professora Dr. Carmen Silvia de Lemos Menezes Machado

Rio de Janeiro

maio/2020

Toledo, Karen dos Santos.

“As aventuras científicas de Manu”: propondo uma série documental de divulgação científica sobre ciências biológicas para crianças / Karen dos Santos Toledo. — 2020. n° 77f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência) – Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. Museu da Vida; Universidade Federal do Rio de Janeiro. Casa da Ciência; Fundação CECIERJ; Museu de Astronomia e Ciências Afins; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020.

Orientadora: Professora Dra. Carmen Silvia de Lemos Menezes Machado

Divulgação científica. Criança. Fotografia. Documentário. Vygotsky. I. “As aventuras científicas de Manu”: criando uma série documental de divulgação científica para crianças sob a perspectiva de Vygotsky.

Karen dos Santos Toledo

“As aventuras científicas de Manu”: propondo uma série documental de divulgação científica sobre ciências biológicas para crianças

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência, do Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Divulgação e Popularização da Ciência.

Orientadora: Professora Dr. Carmen Silvia de Lemos Menezes Machado

Aprovado em: ___/___/___.

Banca Examinadora

Antonio Carlos de Freitas, Doutor,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Wagner Barbosa de Oliveira, Mestre,
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

Dedico esse trabalho à minha querida e amada mãe.

AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente de agradecer à minha mãe, Isa Mara, pois sem ela eu não chegaria até aqui. Muito obrigada por todo o cuidado, amor, incentivo e investimento, por acreditar em mim, mesmo quando me faltou fé, e ser minha melhor amiga. Você é minha maior inspiração.

À minha companheira e amiga, Mayara, pelas ótimas sugestões, conforto, carinho e por relevar os momentos de estresse nesse processo. Sua confiança e incentivo foram muito importantes para que eu pudesse concluir mais esse ciclo.

Aos meus amigos, em especial, Marcus Vinícius, Paula Maria, Carlos Henrique, Janayne, Lívia Ferreira, Luz Angélica, Paulo Henrique (PH) e Rita, que me deram muita força e conforto. Aos cinco últimos, sou também muito grata por tê-los conhecido, que nossa amizade se estenda para além do curso. Vocês todos são presentes maravilhosos que a vida me deu.

À professora Carmen, que apostou na ideia desse trabalho, auxiliou quando precisei e direcionou o caminho, sempre confiando e contribuindo com muito afeto.

Ao professor Antonio, pela ideia que plantou em minha mente, uma semente que cresceu diferente da intenção inicial, mas tem potencial para dar belos frutos ao nosso laboratório. Muito obrigada, “chefinho” e mestre, por toda ajuda, confiança e carinho. Espero que goste do resultado desse pedacinho do BioCenas.

Ao professor Wagner por todas as dúvidas sanadas, incentivo e pela provocação em minha qualificação, que em suas palavras, foi por confiar no meu potencial. Suas reflexões foram essenciais para esse trabalho. Muito obrigada por redirecionar-me e por acreditar que eu seria capaz de fazer algo ainda melhor. Desejo ter conseguido dar o pontapé necessário e contribuir para a produção de documentários de divulgação científica para crianças, como você esperava.

À equipe do Scicast/Scikids, por me disponibilizar um material tão precioso. Continuem com esse trabalho incrível e necessário de divulgar as ciências não apenas para os jovens e adultos, mas também para as crianças. Tenho certeza que os pequenos são muito gratos. Vocês são demais!

Ao corpo docente do curso de Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência por todos os ensinamentos preciosos e por me desconstruir dia após dia. A Karen que termina esse curso não é só uma divulgadora mais capacitada, mas, principalmente, uma pesquisadora diferente daquela que entrou. À todo o corpo discente incrível que me fez, por tantas vezes, rir e refletir, e agora me preenche de

tamanha saudade. À administração, em especial, à Verônica, por todo cuidado e carinho com o curso e seus integrantes.

Às instituições Casa de Oswaldo Cruz e Museu da Vida (FIOCRUZ), Casa da Ciência (UFRJ), Fundação CECIERJ, Museu de Astronomia e Ciências Afins e Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, por contribuírem tão bem para a formação de divulgadores das ciências no Brasil.

Por último, mas não menos importante, deixo meus agradecimentos à todas as mulheres cientistas e divulgadoras. Obrigada por me inspirarem e abrirem o caminho. Que continuemos a ocupar os lugares nos quais queremos estar.

*"A imaginação muitas vezes conduz-nos a mundos
a que nunca fomos, mas sem ela não iremos a
nenhum lugar."*

(SAGAN, Carl, 1980, Série documental "Cosmos")

RESUMO

TOLEDO, Karen dos Santos. **“As aventuras científicas de Manu”**: propondo uma série documental de divulgação científica sobre ciências biológicas para crianças. 2020. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência) – Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. Museu da Vida; Universidade Federal do Rio de Janeiro. Casa da Ciência; Fundação CECIERJ; Museu de Astronomia e Ciências Afins; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2020.

Embora as crianças sejam curiosas e extremamente interessadas em temas de ciências, a produção audiovisual para elas se limita a desenhos animados com cientistas e/ou tema científicos e poucos documentários. Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo a criação do roteiro piloto de uma série documental intitulada “As aventuras científicas de Manu”, utilizando fotografias científicas ambientais, a fim de divulgar as ciências biológicas para crianças de sete a 11 anos. Para isso, faço uma revisão bibliográfica sobre a relação das imagens, tanto estáticas quanto dinâmicas, e as ciências, a utilização da fotografia científica e a produção de documentário de divulgação científica. Em seguida, apresento a teoria sócio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais, buscando apontar possíveis contribuições de Vygotsky para a produção de documentários de divulgação científica para crianças. Além de utilizar as reflexões levantadas, me direcionei por meio das necessidades do Setor Educativo do Museu do Meio Ambiente do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e das perguntas das crianças enviadas ao programa Scikids. Baseando-me na técnica do *storytelling*, crio a menina carioca Manu e sua amiga Lep, uma morceguinha da espécie *Saccopteryx leptura*, que conduzirão as explicações. As imagens utilizadas para ilustrar a ideia do episódio são do banco de imagens do Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Por fim, esse trabalho faz parte de um pontapé inicial para o estudo e produção de documentários de divulgação científica para crianças.

Palavras-chave: Divulgação científica. Criança. Fotografia. Documentário. Vygotsky.

ABSTRACT

TOLEDO, Karen dos Santos. **“Manu’s scientific adventures”**: proposal of science communication documentary series about biological sciences for children. 2020. 75p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência) – Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. Museu da Vida; Universidade Federal do Rio de Janeiro. Casa da Ciência; Fundação CECIERJ; Museu de Astronomia e Ciências Afins; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2020.

Even though the children are curious and very interested in science subjects, the audiovisual production for them is limited to cartoons with scientists and/or science subjects, and few documentaries. In this way, the objective of this work was to create the pilot script of the documentary series “As Aventuras científicas de Manu” (in English: “Manu’s scientific adventures”) to spread biologic sciences for children from 7 to 11 years old using the environmental scientific photographs. For this, it did a bibliographic revision about the relationship between images – statics, and dynamics – and sciences, the application of scientific photographs, and the science communication documentary’s production. Then, it was introduced the socio-historical-cultural theory to point Vygotsky’s possible contributions to the science communication documentary’s production for children. In addition to using these thoughts, the pilot script was based on the education sector’s needs from Museu do Meio Ambiente – Jardim Botânico do Rio de Janeiro, and from the children’s questions sent to the podcast program Scikids. Using the storytelling, it was created a Carioca girl, Manu, and her friend, a young female bat of the specie *Saccopteryx leptura*, Lep, to guide the explanations. The images utilized to illustrate the episode are from Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas’s image bank, a lab localized in Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Lastly, this work is part of the beginning of studies and science communication documentary’s production for children.

Keywords: Science communication. Child. Photograph. Documentary. Vygotsky.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Câmara escura portátil grande	19
Figura 2	Fotografias feitas por Oscar Gustav Rejlander e Guillaume-Benjamin-Amand Duchenne de Boulogne para o livro “ <i>The expression of the emotions in man and animals</i> ” de Charles Darwin (1872)	21
Figura 3	Uma das fotografias do eclipse solar feitas por Crommelin e Davidson em Sobral – CE, em 1919	21
Figura 4	A – Rede de telescópios do projeto “telescópio horizonte de eventos”, simulando um supertelescópio, utilizada para fazer a fotografia do buraco negro. B – fotografia do buraco negro, em 2019	22
Figura 5	Imagens sequenciais de um cavalo a galope feitas por Muybridge em 1878	23
Figura 6	Cena de “Nanook, o esquimó”, lançado em 1926	24
Figura 7	Exposição “Arte e Ciência das Formas e Padrões da Natureza” no Ecomuseu Ilha Grande - Vila Dois Rios, Ilha Grande - RJ, em 2013	28
Figura 8	<i>Tweet</i> de divulgação científica sobre a galáxia de Andrômeda em forma de <i>thread</i> feita no <i>twitter</i> de Posses	29
Figura 9	Postagens no <i>Instagram</i> de fotografia científica (a) da autora e (b) do Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas, UERJ	31
Figura 10	Cena de Pato Donald com Pitágoras na animação “Donald no país da matemágica”, 1959	35
Figura 11	Cena da explicação sobre vacinação no Brasil em “Mudando o mundo”, 2015	35
Figura 12	Cena da explicação sobre a origem da lágrima no episódio “De onde vem o choro?” Da animação “ Kika em – De onde vem?”, 2002	36
Figura 13	Curva do desenvolvimento da imaginação. IM – desenvolvimento da imaginação; RO – desenvolvimento da inteligência/raciocínio;	

	PC – início do período crítico (adolescência)	48
Figura 14	Exemplificação da estrutura básica de um mapa conceitual	51
Figura 15	Mapa conceitual utilizado como base de aula sobre o tema atmosfera	52
Figura 16	Mapa conceitual para o curso de Eletricidade e Magnetismo	53
Figura 17	Visão esquemática do processo de produção científica enfatizando a permanente interação entre pensar, sentir e fazer..	56
Figura 18	Cena do filme “Rugrats Go Wild” (2003), na qual Tommy Pickles imagina, com as demais crianças, explorar a floresta	58
Figura 19	Espécie <i>Saccolpteryx leptura</i>	65
Figura 20	Ilustração da Manu em diferentes expressões	67
Figura 21	Ilustração da Lep	67
Figura 22	Mapa conceitual sobre evolução elaborado na fase pré-roteiro	68
Figura 23	Imagem ilustrativa de parte da cena do primeiro episódio: Manu comenta sobre a espécie <i>Dacnis cayana</i>	74
Figura 24	Imagem ilustrativa de parte da cena do primeiro episódio: exemplar de uma espécie não identificada enquanto Lep comenta sobre os fungos	75
Figura 25	Imagem ilustrativa de parte da cena do primeiro episódio: espécie da subfamília Lamiinae em parte da fala de Manu	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BBC	British Broadcasting Corporation
DC	Divulgação científica
DNA	Ácido desoxirribonucleico
ZDP	Zona de desenvolvimento proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	A LINGUAGEM VISUAL	18
3.1	A ESCRITA COM A LUZ: FOTOGRAFIA E CIÊNCIAS	18
3.2	IMAGENS EM MOVIMENTO: DOCUMENTÁRIOS E CIÊNCIAS..	22
3.3	LINGUAGEM VISUAL NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	26
4	CIÊNCIA E ARTE NA INFÂNCIA SOB À LUZ DE VYGOTSKY...	37
4.1	O MOZART DA PSICOLOGIA	37
4.2	CONCEITOS ESPONTÂNEOS E CONCEITOS CIENTÍFICOS ...	39
4.2.1	A formação de conceitos	39
4.2.2	A formação de conceitos científicos na infância	42
4.3	IMAGINAÇÃO E REALIDADE	45
4.3.1	A imaginação na infância	46
5	REFLEXÕES SOBRE POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS PARA DOCUMENTÁRIOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA INFANTIL A PARTIR DE VYGOTSKY	49
5.1	DIRECIONAMENTOS PARA A PRODUÇÃO	49
5.2	IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO DA IMAGINAÇÃO INFANTIL	57
6	MATERIAIS E MÉTODOS	60
6.1	BREVE ESTUDO DO PÚBLICO	60
6.1.1	Escolha do tema	60
6.2	CONSTRUÇÃO DO ROTEIRO	62
6.2.1	Pauta e formato	62
6.2.2	Personagens	63
6.2.3	Roteiro	66
7	RESULTADO	66

7.1	AS PERSONAGENS	66
7.2	O ROTEIRO	68
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
9	REFERÊNCIAS	78
	APÊNDICE	85

1. INTRODUÇÃO

A curiosidade é uma característica natural das crianças. Sistemáticamente, tentam entender o mundo a sua volta (MASSARANI, 2005) e, antes mesmo da escolarização, já elaboram explicações para suas indagações (GOUVÊA, 2005; BUENO, 2012). Essa idiosincrasia é importante porta de entrada para o desenvolvimento da base científica que levarão para toda a vida (BUENO, 2012), pois é na infância que construímos alguns elementos fundadores do nosso entendimento sobre o papel da ciência (CASTELFRANCHI *et al.*, 2008).

Estudos vêm demonstrando que esse público tem grande capacidade de lidar com temas de ciência (MASSARANI, 2005). Como retorno, são criados produtos de diversas linguagens e utilizando-se de diferentes modelos da divulgação científica, como, por exemplo, textos literários nos suplementos infantis *Globinho*, *Folhinha* (FREIRE; MASSARANI, 2012) e revistas *Recreio e Ciência Hoje das Crianças* (ALMEIDA, 2012; BAALBAKI, 2011), recursos visuais no desenho animado com live-action “De onde vem?” e em forma de áudio no podcast *SciKids*, produzido pelo portal *Deviante*¹.

Em exposições e salas de aulas, divulgadores científicos e educadores exploram a fotografia como forma de aproximar a ciência do público infantil. Para Garza (2005), o recurso visual é fundamental para a comunicação com as crianças, tanto para penetrar outras realidades, como mundos microscópicos ou distantes, quanto para transportá-las ao passado.

Dentro desse contexto, este trabalho se propõe a criar o roteiro piloto de uma série documental-fotográfica para o público infantil, intitulada “As aventuras científicas de Manu”. Em busca de um referencial teórico para a criação de um produto adequado, inicio o presente estudo com uma extensa revisão bibliográfica na qual apresento, no primeiro capítulo, a contribuição histórica da fotografia para com as ciências, bem como seu uso e importância na divulgação científica (DC). Em seguida, apresento o gênero documentário e seus formatos, incluindo os documentários de divulgação científica. O segundo capítulo é composto pela relação entre criança e ciências à luz da teoria sócio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais. Nesta seção, apresento a teoria de formação de conceitos espontâneos e científicos na criança, bem como os estudos

¹ Disponível em <<https://www.deviantecom.br/podcasts/scikids/>>. Acesso em 26 out 2019.

acerca da relação entre arte e imaginação infantil, do bielorrusso Lev Semionovich Vygotsky. Por fim, no terceiro capítulo, aproprio-me deste arcabouço teórico para levantar suas possíveis implicações no divulgar e popularizar as ciências, principalmente para o público infantil, apontando direcionamentos para a produção de documentários da temática para crianças. Para tanto, traço um paralelo entre as teorias de Vygotsky, os modelos de divulgação científica, mapas conceituais e estilos de documentário. Nesta seção, também debato brevemente as contribuições de Vygotsky para a relação entre criança e artes, com um olhar voltado para a importância dos dois artefatos culturais – fotografia e documentários – para a sensibilização ambiental e imaginação na infância.

1.1 JUSTIFICATIVA

A curiosidade infantil também se estende para a natureza e seus fenômenos. Entretanto, a percepção ambiental das crianças se sustenta sobre aquilo que é visualizado, seja no ambiente físico ao seu redor ou em filmes, documentários, desenhos animados, programas de Tv, revistas em quadrinhos, entre outros. (PEDRINI; COSTA; GHILARDI, 2010). Nesse sentido, podemos atribuir à fotografia científica ambiental esse mesmo papel importante, utilizando-a tanto para promover sensibilização ambiental quanto popularizar as ciências biológicas.

Apesar dos pontos supracitados, a divulgação científica para esse público quase nunca é feita de forma adequada (MASSARANI, 2005). Além de simplificações excessivas dos conteúdos, há tendência no olhar para a criança como receptoras passivas, produzindo, conseqüentemente, produtos com assuntos que não necessariamente correspondem aos interesses dessas (FREIRE; MASSARANI, 2012). Dessa maneira, parece-me pertinente a proposição de um referencial teórico adequado para a produção de conteúdo de divulgação científica para esse público, visando principalmente a contribuição dos mesmos para o desenvolvimento mental do sujeito.

Por fim, embora existam diversos desenhos animados com as ciências como cerne, como, por exemplo, “O laboratório de Dexter” e “As aventuras de Jimmy Neutron, o menino gênio”, quando mudamos o foco para a produção de documentários de divulgação científica para crianças, encontramos poucos exemplares e estudos sobre o tema. Dessa forma, há uma grande lacuna que

precisa ser preenchida.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho é elaborar o roteiro piloto de uma série documental de divulgação científica das ciências biológicas, utilizando a fotografia científica ambiental, para o público infantil.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo principal, esse trabalho pretende:

- a) Entender as potencialidades da fotografia e do documentário para a divulgação científica;
- b) Compreender o público infantil, suas necessidades particulares e sua relação com as ciências;
- c) Propor um uso diferente da fotografia científica ambiental para a divulgação das ciências biológicas para as crianças;
- d) Contribuir com a construção do conhecimento acerca da produção de documentários de divulgação científica para crianças.

3. A LINGUAGEM VISUAL

A divulgação científica tem uma longa tradição, ao considerarmos os numerosos livros sobre ciências para o crescente interesse do público leigo, especialmente entre as mulheres, escritos no século XVIII (BUCCHI 2008). No entanto, a discussão acerca do tema teve início em 1985, com a publicação de um relatório intitulado “The Public Understanding of Science”, também conhecido como o “Bordmer Report”, pela *Royal Society*, ao afirmar que, no mundo moderno, todos deveriam saber um pouco de ciência se quiserem vencer na vida (MILLER, 2005).

Desde então, foram tomadas diversas medidas para promover uma melhor compreensão pública das ciências como financiamento de pessoas com ideias voltadas a popularização científica; estudos para medir a compreensão pública da ciência; criação de seções de ciências em jornais, rádios e TVs; e inauguração das semanas das ciências, engenharia e tecnologia, a partir do “Bordmer Report” (Ibid., 2005).

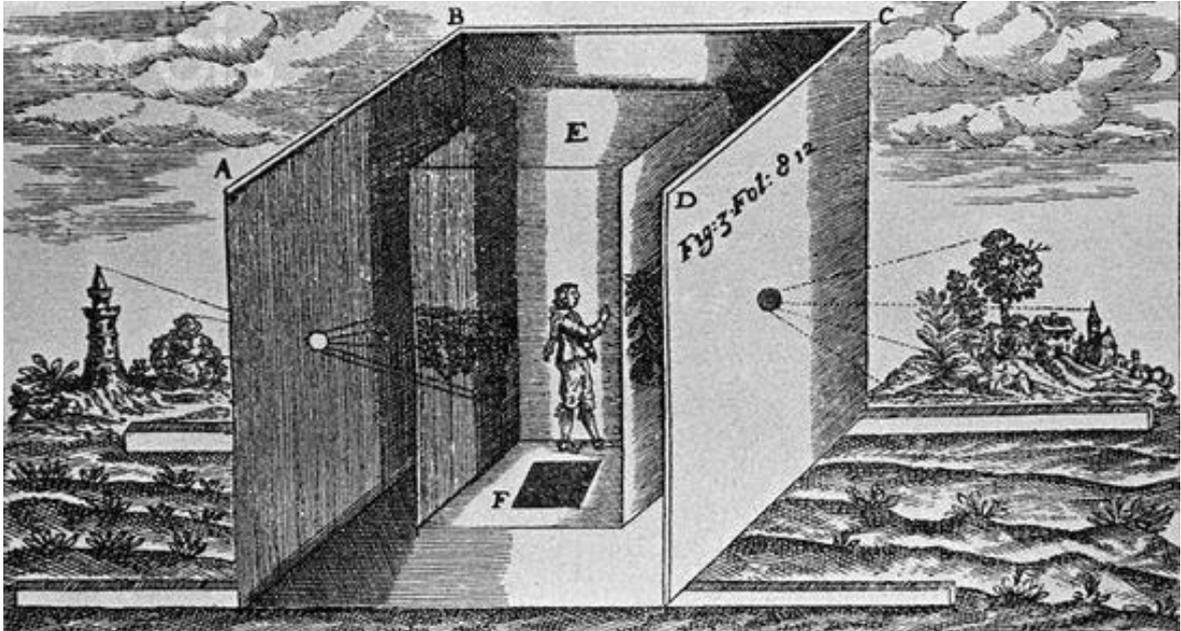
Permeando por toda a história da divulgação científica, até mesmo das próprias ciências, as imagens estiveram presentes, fossem elas estáticas ou dinâmicas. Do modelo de déficit, com sua “comunicação” unilateral, ao modelo de engajamento público, cujo diálogo entre cientistas e leigos constroem a comunicação científica (ver CAPÍTULO 5), a fotografia e o audiovisual exerceram, e continuam a exercer, importante papel de mediação entre o conhecimento científico e a sociedade. Dessa maneira, ao longo desse capítulo, apresento a relação da linguagem visual tanto com o fazer científico quanto com a divulgação das ciências.

3.1 A ESCRITA COM A LUZ: FOTOGRAFIA E CIÊNCIAS

Antecessor ao próprio termo “fotografia”, o princípio do processo fotográfico foi descrito pelo filósofo chinês Mo Ti (mais conhecido como Mozi), no século V a.C., no qual mencionava a formação da imagem invertida, porém, exata, sobre uma superfície quando recebia luz de pequenos orifícios. Esse vem a ser o conceito da “câmara escura” (Figura 1), que no período do Renascimento, foi utilizado para facilitar o trabalho dos desenhistas. Entretanto, esse princípio se tornou amplamente divulgado apenas após a metade do século XVI, com a obra de Giovanni Battista della Porta (1533 -1615) e, devido à exatidão nas proporções, o autor recomendou em sua obra o uso da câmara escura para desenhos na área

das ciências (ROSENBLUM, 1997).

Figura 1 – Câmara escura portátil grande.



Fonte: Kircher, 1646 apud Rosenblum, 1997.

Historicamente, diversos cientistas aperfeiçoaram essa técnica para o uso na área das ciências. Em 1840, o fabricante de instrumentos científicos inglês John Benjamin Dancer (1812 – 1887) desenvolveu o microscópio daguerreótipo, prendendo uma câmera (daguerreótipo) ao microscópio e produzindo microfotografias de ossos, dentes, asas de borboletas e vagens. Outro exemplo foi a criação de uma câmera que permitia a realização de fotografias panorâmicas de cerca de 150 graus, pelo fotógrafo italiano Friedcrich von Martens (1806 – 1885), em 1844, facilitando a fotografia de paisagem (ROSENBLUM, 1997).

Se no início, a fotografia era vista tendo papel documental nas ciências, a evolução da técnica fotográfica acabara por ter uma influência considerável no domínio das aplicações científicas. Para além de sua capacidade de representar o real, visível ou invisível, a fotografia passou a ser incluída no protocolo experimental científico, conservando, no entanto, seu estado documental, fosse com caráter arquivístico ou como veículo de informação (JARDIM; PERES; COSTA, 2011). É importante ressaltar que, em uma sociedade composta por analfabetos, em sua maioria, a fotografia foi importante para a disseminação do conhecimento por meio da percepção visual (MAUAD, 1996).

Dentre os pesquisadores que utilizaram a fotografia em seus trabalhos podemos citar o naturalista, biólogo e geólogo britânico Charles Robert Darwin (1809 – 1882), que a usou para estudar e elucidar as expressões faciais em seu livro “*The expression of the emotions in man and animals*”, em 1872 (Figura 2) (ROSENBLUM, 1997). Na área da geologia, uma das importantes aplicações científicas da fotografia foi no estudo de cavernas pelo espeleólogo francês Édouard-Alfred Martel (1859 – 1938) entre 1883 e 1912 (MARTEL, 1903 *apud* JARDIM; PERES; COSTA, 2011). Já o físico teórico alemão Albert Einstein (1879 – 1955) comprovou sua teoria da relatividade geral com as fotografias do eclipse solar em Sobral, no Brasil, em 1919, feitas pelos ingleses Charles Davidson e Andrew Crommelin, com os quais trabalhava (Figura 3) (CRISPINO; DE LIMA, 2016). Cabe ainda ressaltar que 100 anos depois, em 2019, a engenheira eletrônica e cientista da computação estadunidense Katie Bouman (1989 – dias atuais), junto a colaboradores, realizou a primeira fotografia de um buraco negro (Figura 4), comprovando mais uma vez que Einstein estava correto (MARTÍN, 2019).

Dessa inter-relação entre fotografia e ciências que se iniciou no século XIX nasceu a Fotografia Científica (JARDIM; PERES; COSTA, 2011). Esta, segundo BioCenas (2020), é caracterizada pela aquisição sistemática e utilização objetiva no processo de produção científica, podendo ser obtida em ambientes controlados, como laboratórios, ou na natureza. Ainda segundo os autores, “as imagens obtidas [com a fotografia científica] podem servir de base para a obtenção de dados com a finalidade de contribuir com informações que tragam respostas aos pesquisadores” (Ibid., 2020, p. 5).

Dentro dessa grande categoria, podemos encontrar diversos tipos de fotografia, cada qual com suas técnicas específicas, como, por exemplo, a fotografia científica ambiental. Esta, por sua vez, pode ser definida como a fotografia científica aplicada à pesquisas ambientais, como caracterização de ambientes naturais, comportamento animal, estudos florestais, levantamento de biodiversidade, impactos de mudanças climáticas, entre outros.

Segundo Messas (2017), na área das ciências biológicas, pesquisadores encontraram na fotografia uma fonte inesgotável de inspiração para realizar estudos com o objetivo de compreender os fenômenos que ocorrem na natureza. A facilidade e eficiência na geração de dados, sua característica não invasiva, bem como sua capacidade de revelar aspectos imperceptíveis ao sistema visual humano

são algumas das vantagens que a fotografia apresenta ao campo. Além disso, a fotografia permite investigar ambientes de difícil acesso e estudar organismos raramente observados no ambiente natural.

Figura 2 – Fotografias feitas por Oscar Gustav Rejlander e Guillaume-Benjamin-Amand Duchenne de Boulogne para o livro “*The expression of the emotions in man and animals*” de Charles Darwin (1872).



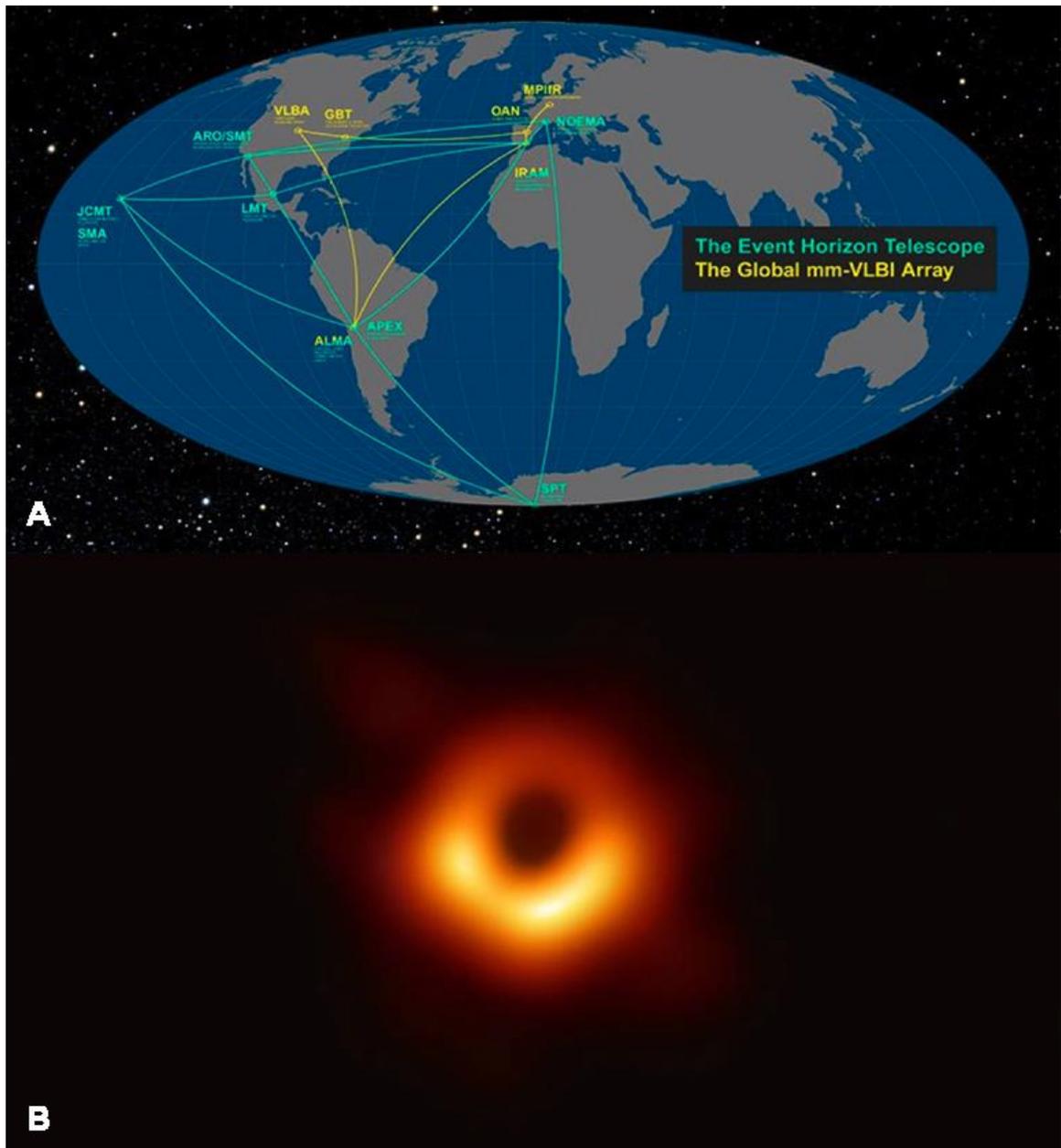
Fonte: Rosenblum, 1997.

Figura 3 – Uma das fotografias do eclipse solar feitas por Crommelin e Davidson em Sobral – CE, em 1919.



Fonte: National Maritime Museum apud Crispino e De Lima, 2016.

Figura 4 – A – Rede de telescópios do projeto “Telescópio Horizonte de Eventos”, simulando um supertelescópio, utilizada para fazer a fotografia do buraco negro. B – Fotografia do buraco negro, em 2019.



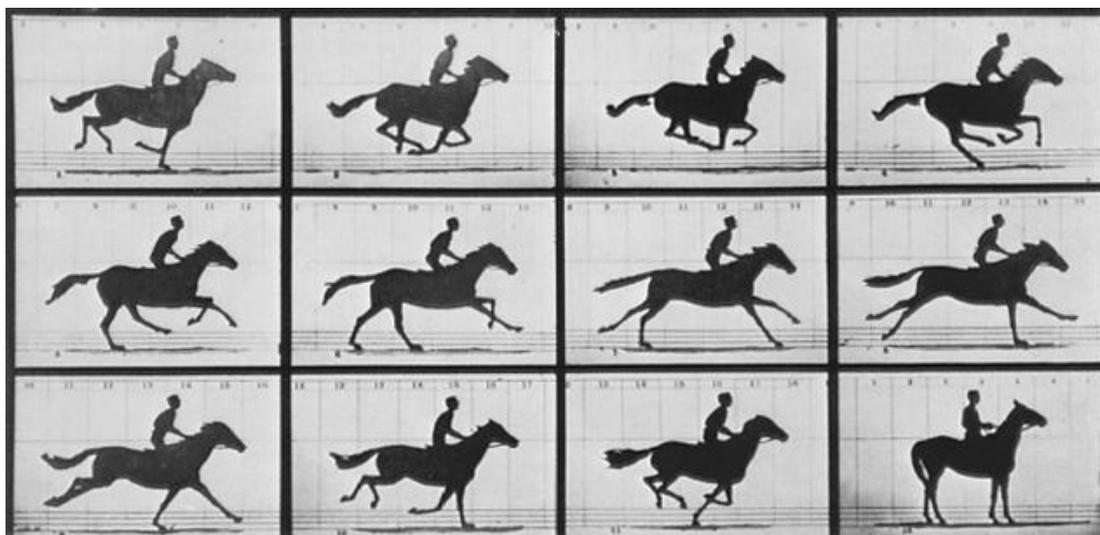
Fonte: Tosar, 2019.

3.2 IMAGENS EM MOVIMENTO: DOCUMENTÁRIOS E CIÊNCIAS

Tudo começou com uma aposta. Em 1872, o político estadunidense Leland Stanford (1824 – 1893) afirmou que todos os quatro cascos de um cavalo se levantavam ao mesmo tempo durante o galope. Decidindo comprovar cientificamente sua posição, contactou o fotógrafo inglês Eadweard James Muybridge (1830 – 1904) para resolver a questão. Usando como base os estudos

do médico fisiologista francês Étienne-Jules Marey (1830 – 1904), Muybridge desenvolveu um método baseado em um arranjo de câmeras fotográficas posicionadas paralelamente, lado a lado, em uma pista de corrida. O registro fotográfico em série realizado mostrou, que no momento do galope, todos os cascos do cavalo ficam no ar (Figura 5). Após isso, em 1880, Muybridge desenvolveu o zoogiroscópio, para observar a locomoção dos animais e, dois anos depois, Marey desenvolveu o cronofotográfico, capaz de fazer 12 fotos por segundo, para descrever com clareza o voo das aves entre outras coisas. Esses, juntamente com o médico e biólogo francês Georges Demenÿ (1850 – 1917), que desenvolveu um equipamento com capacidade de capturar até 20 fotos por segundo e apresentar as imagens em movimento de forma animada, como um filme, são considerados os precursores do cinema. Baseados nos avanços que surgiram dos registros fotográficos em série, os irmãos Lumière – Louis Jean Lumière (1864 – 1948) e Auguste Marie Louis Nicholas Lumière (1862 – 1954) – desenvolveram o cinematógrafo, sendo considerados os pais do cinema (MELO, 2005).

Figura 5 – Imagens sequenciais de um cavalo a galope feitas por Muybridge em 1878.



Fonte: Mansor e Viera (2009).

A partir desse período, a cinematografia ganhou diversas formas e uma delas é o gênero documentário. Esse termo foi documentado pela primeira vez em 1926, quando o cineasta escocês John Grierson (1898 – 1972) assim denominou o filme “Nanook , o Esquimó” (Figura 6) produzido pelo cineasta estadunidense Robert

Flaherty (1884 – 1951) (BARBOSA; BAZZO, 2013).

A definição de documentário não é mais fácil do que a de “cultura” e, assim como a cultura “adquire significado quando contrastada com a barbárie ou caos, o documentário define-se pelo contraste com o filme de ficção” (NICHOLS, 2005, p. 47). Dessa forma, diferentemente da ficção, o gênero documentário trata de fatos históricos efetivamente localizáveis na realidade, “estabelece asserções ou preposições sobre o mundo histórico” (RAMOS, 2008, p. 22). Por ter como matéria bruta a realidade, é por vezes considerado como verdade (CARRELLI, 2019), no entanto, o documentário não é uma reprodução da realidade e sim uma representação do mundo em que vivemos, representa determinada visão do mundo (NICHOLS, 2005).

Figura 6 – Cena de “Nanook, o Esquimó”, lançado em 1926.



Fonte: Ribeiro (2012)².

Ao fundar a escola britânica de documentário, Grierson tinha como preocupação inicial o despreparo do cidadão inglês para com as questões da

² Disponível em <http://obviousmag.org/archives/2012/05/nanook_o_esquimo_um_pioneiro_do_filme_documental.html>. Acesso em 01 Mar 2020.

atualidade. Para ele, o documentário funcionaria como fortalecimento da educação formal tradicional (LEON, 2007, apud PEREIRA; DOMINGUES; CARVALHO, 2019), poderia se tornar um método para melhor educar a massa desinformada (JESUS, 2008). Dessa maneira, desde seu nascimento, o gênero esteve ligado a educação e a divulgação de informações.

O primeiro formato, com características marcantes como a voz *over* – a famosa “voz de deus” – informativa e clara, sempre sobreposta às imagens, cuja fonte está fora-de-campo, ficou conhecido como documentário clássico (RAMOS, 2008). No decorrer da história do gênero, houve a criação de outros modos de representação documental, dos quais seis foram descritos por Nichols (2005), com suas principais características e deficiências:

a) o documentário poético (anos 20), no qual reúne fragmentos do mundo de modo poético, faltando assim com a especificidade e sendo abstrato demais;

b) o documentário expositivo (anos 20), agrupando fragmentos históricos numa estrutura mais retórica ou argumentativa, dirige-se diretamente ao espectador com legendas ou vozes que propõem uma perspectiva, contam uma história. No entanto, esse modo é excessivamente didático;

c) o documentário observativo (anos 60), evita o comentário, a encenação, apenas observando as coisas conforme elas acontecem. Há ausência de história e de contexto nessa representação documental;

d) o documentário participativo (anos 60), é caracterizado pela ação do cineasta no documentário, seja entrevistando os participantes ou interagindo com ele e usa imagens de arquivo para recuperar a história. A deficiência se encontra na fé excessiva em testemunhas, história ingênua e pode ser invasivo demais;

e) o documentário reflexivo (anos 80) questiona a forma do documentário e tira a familiaridade dos outros modos, é mais consciente de si mesmo, aquele que mais questiona. No entanto, pode ser abstrato demais e perder de vista as questões concretas;

f) e o documentário performático (anos 80), que enfatiza os aspectos subjetivos de um discurso classicamente objetivo. A perda da ênfase na objetividade pode relegar a esses documentários o uso “excessivo” de estilo.

Há também o docudrama, no qual se emprega recursos cinematográficos típicos do drama ficcional junto com técnicas características do documentário,

como, por exemplo, entrevista (REID, 2011). Segundo Calixto (2014), não é possível estabelecer o momento de seu surgimento como gênero do cinema ou quando o termo começou a ser utilizado para definir as produções. No entanto, ao analisar o surgimento de produções consideradas “docfic”, cuja autora considera como seu subgênero, pode-se dizer o docudrama já existia desde o início da história do cinema.

A partir do ambiente virtual da Web 2.0³, surge o webdocumentário, também chamado de documentário interativo ou I-Docs (SOUZA, 2017), cujo estilo permite que o espectador interaja com a narrativa (ASTON; GAUDENZI; ROSE, 2017). Segundo Berenguer (2007, apud GAUDENZI, 2013), os documentários interativos surgiram nos anos 80 ao lado dos jogos, e atualmente, como apontaram Aston, Gaudenzi e Rose (2017), apresentam subgêneros semelhantes a estes, como os jogos sérios – voltados para a educação – e os docugames.

Desde o início da sua história, a cinematografia não apenas contribuiu com a divulgação de conhecimentos científicos como também se tornou relevante para as pesquisas científicas, especialmente na área da saúde. As áreas da fisiologia e patologia se beneficiaram fortemente dos novos dispositivos de produção visual (FOUCAULT, 2004, apud COUTO; REZENDE FILHO, 2011). Em 1896, na Rússia, e 1897, na Polônia, o cinema foi utilizado como recurso para mostrar determinados procedimentos cirúrgicos e, em 1898, na Grã-Bretanha, foram produzidos três filmes sobre várias doenças. Já no início do século XX, em 1903, na França, foi produzido o filme *La vie microscopique dans un étang* e, no ano seguinte, na Itália, Omega apresentou as diferentes fases da metamorfose da borboleta (LEON, 2001, apud COUTO; REZENDE FILHO, 2011).

A utilização da produção audiovisual no ensino foi testada desde a chegada do cinematógrafo aos Estados Unidos. Tomas Edison, por exemplo, produziu vários filmes sobre conhecimentos elementares da história natural física e química (LEITE, 2005). No entanto, Pereira, Domingues e Carvalho (2019) apontam que apesar dessa parceria ser antiga, o uso desses recursos se dá muitas vezes de acordo com o modelo de déficit (ver PÁGINA 48).

³ Nome dado a internet colaborativa, a partir dos anos 2000, na qual todos os usuários podem criar conteúdo na rede. Um exemplo de site oriundo dessa fase é o ScienceBlogs.

3.3 LINGUAGEM VISUAL NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Imagens mediam a maioria absoluta das informações que recebemos, podendo, portanto, considerar que a imagem é o meio de informação mais utilizado (ZUTIM, 2009). Dessa maneira, é esperado que a fotografia esteja presente na divulgação científica em diversas áreas das ciências, principalmente em exposições e nas redes sociais. A relação entre as ciências e as artes é uma das mais exploradas dentre as exposições mais recentes, das quais podemos citar “Arte e ciência das formas e padrões da natureza” (Figura 7), realizada pelo Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas, em 2013 (BIOCENAS, 2020); “Fotografia, ciência e arte”, desenvolvida em 2018 pelo Museu de Astronomia e Ciências afins (MAST)⁴; “Nanofotografia: a arte do invisível” desenvolvida pelo Museu da Ciência Professor Mário Tolentino, em São Carlos – SP, em 2019⁵; mostra “Amplifique!” promovida pelo Instituto Butantan e aberta até janeiro de 2020⁶; a mostra “Madeira: Ciência e Arte – Gravura e Botânica” com uma roda de conversa nomeada “Café com ciência e arte”, desenvolvidas pelo Museu Florestal e finalizada em fevereiro de 2020⁷; e “CoMciência”, realizada pelo Museu das Minas e do Metal, aberta de dezembro de 2019 a março de 2020⁸.

Há também exposições sobre a saúde, como a “3ª Mostra Fotográfica Topografia da Saúde Coletiva” promovida pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, em 2019⁹ e contando a história de pesquisadores importantes, como a exposição “Ermanno Stradelli – fotógrafo pioneiro na Amazônia”, desenvolvida pelo Museu Histórico Nacional aberta entre novembro de 2019 e fevereiro de 2020¹⁰. Ainda no campo da história, a fotografia também foi já utilizada na exposição “1ª Conferência Nacional

⁴ Disponível em <<http://www.mast.br/museu/fotografia-ciencia-e-arte/>>. Acesso em 27 Fev 2020.

⁵ Disponível em <<http://agencia.fapesp.br/exposicao-fotografica-de-nanoarte-esta-aberta-no-museu-da-ciencia-de-sao-carlos/31462/>>. Acesso em 27 Fev 2020.

⁶ Disponível em <<http://www.portaldenoticias.saude.sp.gov.br/butantan-e-projeto-artbio-promov-em-exposicao-de-artes-com-fotos-ampliadas-do-universo-microscopico-2/>>. Acesso em 27 Fev 2020.

⁷ Disponível em <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/2020/03/museu-florestal-promove-bate-papo-sobre-exposicao-que-une-arte-e-ciencia/>>. Acesso em 27 Fev 2020.

⁸ Disponível em <<http://sciam.uol.com.br/exposicao-comciencia-ocupacao-em-arte-ciencia-e-tecnologia/>>. Acesso em 27 Fev 2020.

⁹ Disponível em <<http://www.unesc.net/portal/x-semana-de-ciencia-e-tecnologia-novo/blog/46776>>. Acesso em 27 Fev 2020.

¹⁰ Disponível em <<https://mhn.museus.gov.br/index.php/fotografo-pioneiro-na-amazonia-brasileira-ganha-exposicao-no-mhn/>>. Acesso 27 Fev 2020.

da Classe Trabalhadora (CONCLAT) – História e Memória de Lutas em Imagens”, produzida pela Central Única dos Trabalhadores (CUT) em 2018¹¹ e “Manguinhos Revelado: um lugar de ciência”, realizada pela Casa de Oswaldo Cruz – Fiocruz e aberta desde 2019¹², por exemplo. Há também casos em que a fotografia não é o principal recurso, mas está presente entre outros dispositivos que permitem a interação do visitante na exposição, como a Pirâmide, do Museu da Vida – Fiocruz¹³.

Figura 7 – Exposição “Arte e Ciência das Formas e Padrões da Natureza” no Ecomuseu Ilha Grande - Vila Dois Rios, Ilha Grande - RJ, em 2013.



Fonte: BioCenas (2020).

Nas redes sociais, podemos encontrar fotografias ilustrando tanto assuntos de postagens de grandes páginas quanto de pesquisadores que fazem divulgação científica como, por exemplo, a *Superinteressante*¹⁴ e a astrônoma e atual doutoranda em astrofísica Ana Carolina Posses¹⁵ (Figura 8) respectivamente. Há também fotógrafos pesquisadores que ao publicarem fotografias autorais, divulgam

¹¹ Disponível em <<https://csalignac.jusbrasil.com.br/noticias/382824601/exposicao-fotografica-historia-e-memoria-de-lutas-em-imagens-esta-aberta-ao-publico>>. Acesso em 27 Feb 2020.

¹² Disponível em <<http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/noticias/1099-pavilhao-do-rel-ogio-aberto-a-visitacao-com-fotos-e-objetos-da-historia-da-saude-publica>>. Acesso em 27 Feb 2020.

¹³ Disponível em <<http://www.museudavida.fiocruz.br/index.php/area-de-visitacao/piramide>>. Acesso em 27 Feb 2020.

¹⁴ Disponível em <<https://www.facebook.com/Superinteressante/>>. Acesso em 01 Mar 2020.

¹⁵ Disponível em <<https://twitter.com/astroposses>>. Acesso em 29 Feb 2020.

também informações científicas sobre os assuntos fotografados. Nesse caso, podemos citar exemplos como a bióloga e fotógrafa autora do presente trabalho, em sua conta de fotografia científica no Instagram¹⁶ e os outros pertencentes ao Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas, também no Instagram¹⁷ (Figura 9). Há ainda o uso da divulgação científica por meio da fotografia em livros, como por exemplo, o “Um álbum para o imperador: comissão científica do pacífico e do Brasil” lançado pelo MAST em 2013¹⁸.

Figura 8 – *Tweet* de divulgação científica sobre a galáxia de Andrômeda em forma de *thread* feita no *Twitter* de Posses.



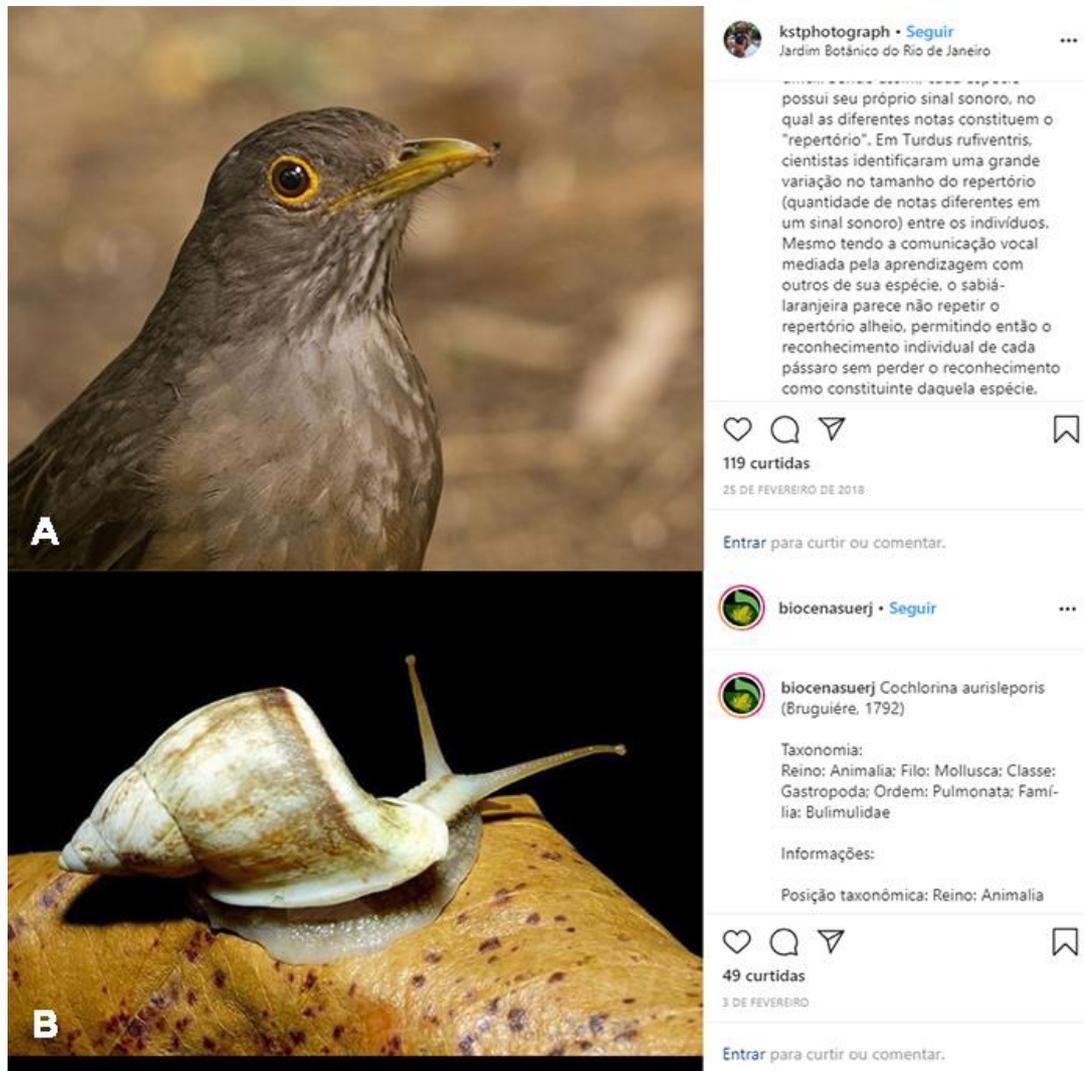
Fonte: <https://twitter.com/astroposses/status/1002759482324193281>.

¹⁶ Disponível em <<https://www.instagram.com/kstphotograph/>>. Acesso em 29 Fev 2020.

¹⁷ Disponível em <<https://www.instagram.com/biocenasuerj/>>. Acesso em 29 Fev 2020.

¹⁸ Disponível em <http://www.mast.br/images/pdf/publicacoes_do_mast/um_album_para_o_imperador.pdf>. Acesso em 29 Fev 2020.

Figura 9 – Postagens no *Instagram* de fotografia científica (A) da autora e (B) do Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – Biocenas, UERJ.



Fonte: A – <https://www.instagram.com/kstphotograph/>; B – <https://www.instagram.com/biocenasuerj/>.

No entanto, a partir do breve levantamento realizado, pode-se supor que a maioria das pesquisas que se propõem a investigar o uso desse recurso a faz no contexto escolar. Nas ciências biológicas, o uso de fotografias é comumente relacionado a educação ambiental. Resultados obtidos por Prezotti e Callisto (2002) sugerem que a fotografia facilita fortemente a aprendizagem de conceitos científicos e do reconhecimento de bioindicadores. Estudos de Borges, Aranha e Sabino (2010), corroboram ao constatarem que a fotografia de natureza teve colaboração no processo de aprendizagem tanto em crianças quanto adultos, bem como na sensibilização ambiental. Esses mesmos dados são expostos por Wieth

(2015) para o ensino de botânica, ao utilizar a fotografia como artefato cultural mediador entre as crianças e o mundo, baseando-se na teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky. Segundo a autora:

“ao produzirem e/ou visualizarem a imagem de uma planta presente em sua realidade, a percepção dos alunos em relação às estruturas constituintes desses organismos pode evoluir, pela razão de estabelecerem relações com o conhecimento cotidianamente construído em seu convívio social. Com isso, observou-se uma melhor compreensão do conteúdo pelo aprendiz” (Ibid., 2015 p. 116).

Na disciplina de história, Amorim (2001) afirmou que o uso de imagens possibilita ao aluno a construção do processo de síntese histórica e desperta interesses de outras naturezas, além da história. Os resultados foram corroborados por Schnell (2013), porém, o autor salienta que é necessário que se forneça dados que possibilitem a apreensão do que as imagens estão dizendo, necessitando unir o código verbal/escrito com o imagético. Na sociologia, segundo Bodart (2015), acompanhada de uma base teórica, a fotografia pode auxiliar no desenvolvimento do olhar, capacitando para compreender as cenas da realidade cotidiana marcadas pela complexidade que muitos não veem pela ausência da “imaginação sociológica”. Dentro da geografia, as conclusões são bem semelhantes e Freisleben e Kaercher (2016) ainda afirmaram que “quando o conteúdo trabalhado é feito através do estímulo visual, se percebe um maior interesse e motivação. O uso da fotografia aguça o olhar facilitando a compreensão e inserindo o aluno no universo pesquisado” (Ibid., 2016, p. 127).

Quanto aos documentários de divulgação científica, de modo geral, a narrativa presente está dentro do modelo conceitual e contém quatro modos principais de estrutura, sendo biográfico, experimental, especulativo e evidencial, e, devido à complexidade e natureza multifacetada das ciências, tais modos podem ser combinados para criar narrativas mais dinâmicas (TING, 2011). A utilização abundante de recursos visuais animados facilitados por novas técnicas como a animação videográfica e animatrônica foi – e talvez ainda seja – criticada por muitos acadêmicos e comentaristas. Para Van Dijck (2006), os estilos ficcionais e pictóricos, bem como narrativos especulativos e reconstitutivos, sempre estiveram presentes no documentário científico e seu status e autoridade como tal depende de explicações e exposições. A popularidade das reivindicações científicas é

definida pela tecnologia disponível e pela estética e propõe que consideremos os documentários científicos como uma forma de “pensamento visual”, “imaginar a ciência”. Baseado nas reflexões de Ron Burnett no livro *“How images think”*, o autor ainda afirma: “não ilustramos a ciência com imagens, construímos imagens e utilizamos as tecnologias de mídia para ‘pensar’ a ciência”¹⁹ (2006, p. 20).

Um exemplo dessa combinação de modos narrativos e do abundante uso de recursos visuais computadorizados é “Cosmos”. Sendo uma das séries documentais de divulgação científica mais bem sucedidas. “Cosmos”, apresentada pelo cosmólogo, coautor, Carl Edward Sagan (1934 – 1996) em 1980 pela Tv PBS (Public Broadcasting Service), foi exibida em 60 países e assistida por mais de 500 milhões de pessoas. Em 2014, a série ganhou uma nova versão, escrita pelos antigos coautores da primeira – a pesquisadora e divulgadora Ann Druyan e o físico Steven Soter – e apresentada pelo astrofísico Neil deGrasse Tyson com estreia, na NatGeo, para 170 países, batendo recorde de maior lançamento global da história da Tv (CAMPOS, 2019). “Uma Verdade Inconveniente”, produzido em 2006 e apresentado pelo estadunidense ex-vice presidente Albert Arnold Gore Jr. (Al Gore), foi outro documentário de grande sucesso, sendo reconhecido com o Oscar de Melhor Documentário, mas que, no entanto, não utilizou animações computadorizadas. Um estudo sobre o impacto percebido desse documentário mostrou que os fatores que moderam a percepção de mensagens socialmente desejáveis desse documentário aumentaram a disposição de agir e impedir o aquecimento global (LIN, 2013).

Esses são apenas dois dos diversos documentários de divulgação científica produzidos desde a fundação do gênero “documentário”. Uma usuária do site *Filmow*, uma rede social de filmes, criou uma lista com mais de 100 documentários com a temática de ciências²⁰, dentro os quais estão “A história do número 1” (2005); “Átomo” (2007); “Química: uma história volátil” (2010); “Os segredos da física quântica” (2014); “Ars Cubica” (2015); “O misterioso universo da matemática” (2015) e “Particle Fever” (2015), mostrando que a matemática, a química e a física também estão presentes no gênero. O estilo docudrama também está presente

¹⁹ Trecho original: “*We do not illustrate science with images, we construct images and deploy media technologies to ‘think’ science*”. Tradução livre.

²⁰ Disponível em <<https://filmow.com/listas/ciencia-e-documentarios-l116828/?order=releasedesc>>. Acesso em 29 Feb 2020.

nessa lista, representado pelos filmes “Blaise Pascal” (1972), “Tesla – o Mestre do Raio” (2000) e “ $E = mc^2$ – gênios da ciência: Einstein” (2005). Outro documentário biográfico não citado na lista é “Jane: A mãe dos chimpanzés” (2017), com filmagens reais da pesquisadora primatóloga Jane Goodall desde 1960 e produzido pela *National Geographic*²¹.

Houve também uma expansão na produção de séries documentais de divulgação científica principalmente sobre natureza e vida selvagem. Um levantamento disponibilizado no Wikipedia²² reúne mais de 70 títulos, sendo a maioria produzida pelo canal BBC (British Broadcasting Corporation). Entre esses, há o “Nosso planeta” (2019), produzido pela Netflix, empresa que também apresenta em sua produção séries documentais de neurociência, como “Explicando a Mente” (2019) e “Bebês em foco” (2020).

No meio dessa explosão de documentários, surgem também séries que se passam por divulgação científica, porém, não o são. Um exemplo emblemático foi quando o respeitado canal de *The History Channel* estreou a série pseudocientífica e pseudohistórica “Alienígenas do Passado” (2010), no qual um ufólogo apresenta, como apontou Salvador Nogueira em sua matéria na Folha de S. Paulo²³, “[...] preconceito embalado em ignorância, como se certos povos fossem incapazes de proficiência técnica ou desprovidos de imaginação.”

No que tange a produção para o público infantil, existem algumas obras de animação, combinadas ou não com *live-action*²⁴, que podem ser consideradas o mais próximo de um documentário de divulgação científica. Produzido pelo estúdio Disney, “Donald no país da matemática” (1959) (Figura 10) é um desenho animado, nomeado ao Oscar de melhor curta, que introduz os conceitos básicos da matemática, a história do pensamento matemático, sua relação com a música, arte, arquitetura, natureza, esportes, jogos de tabuleiro e o outros aspectos (RIPER, 2011). Um exemplo recente, é o documentário “Mudando o mundo” (2015) (Figura 11) elaborado pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), no qual, em cinco

²¹ Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrada/2018/03/documentario-narra-vida-da-primatologa-jane-goodall.shtml>>. Acesso em 29 Fev 2020.

²² Disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/Nature_documentary#List_of_nature_documentary_series>. Acesso em 29 Fev 2020.

²³ Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrada/2019/02/contos-de-alienigenas-na-televisao-surfam- numa-onda-de-ingenuidade.shtml>>. Acesso em 29 Fev 2020.

²⁴ Termo utilizado para definir cenas feitas por atores, sejam pessoas ou animais, reais, ao contrário de personagens animados.

episódios, conta histórias sobre descobertas científicas na área da saúde. Em uma sala de aula, brinquedos e objetos ganham vida para ajudar a contar sobre Oswaldo Cruz e o combate à varíola; Adolpho Lutz e Emilio Ribas e a experiência sobre a transmissão da febre amarela; Carlos Chagas e a descoberta do inseto transmissor da Doença de Chagas; Manoel Dias de Abreu e a invenção da técnica de abreugrafia e Zé Gotinha e a importância da vacinação.

Outro exemplo é a série de desenho animado “Kika em – De onde vem?” (Figura 12), produzida em 2002 pela a Tv PinGuim e direcionada para crianças de até 6 anos²⁵. Nesta, Kika, uma menina de 5 anos, sempre fica com dúvida sobre a origem das coisas e, não satisfeita com a resposta dos adultos, obtém explicações por objetos animados. Em uma análise, Ramos e Rosa (2013) afirmaram que esse desenho é adequado para a introdução de elementos das ciências para as crianças, corroborando Da Silva *et al.* (2012), que ainda afirmaram que o desenho fornece uma maior interatividade ocorrendo então um processo de aprendizagem satisfatório com fixação de conteúdo. Há ainda desenhos que tangenciam as ciências e tecnologias em determinados momentos e/ou apresentam personagens cientistas, como por exemplo, “Jimmy Neutron, o menino gênio”, “O laboratório de Dexter”, “As meninas superpoderosas” e “O Show da Luna!”. Como aponta Siqueira (2005), os três primeiros desenhos apresentam imagens distorcida de cientistas, cientistas sendo alvo de chacota, considerados socialmente desajustados e tendo comportamentos pouco convencionais: uma ilustração do que muitas outras animações mostram. Já Rodrigues (2017) não obteve as mesmas conclusões quanto ao “O show da Luna!”, afirmando ainda ser uma animação que aborda métodos científicos de experimentação, em sua maioria, de fácil desenvolvimento e com material disponível em casa. Dessa maneira, podemos concluir que é possível criar um conteúdo infantil e popularizar as ciências sem recorrer à esteriótipos tão nocivos.

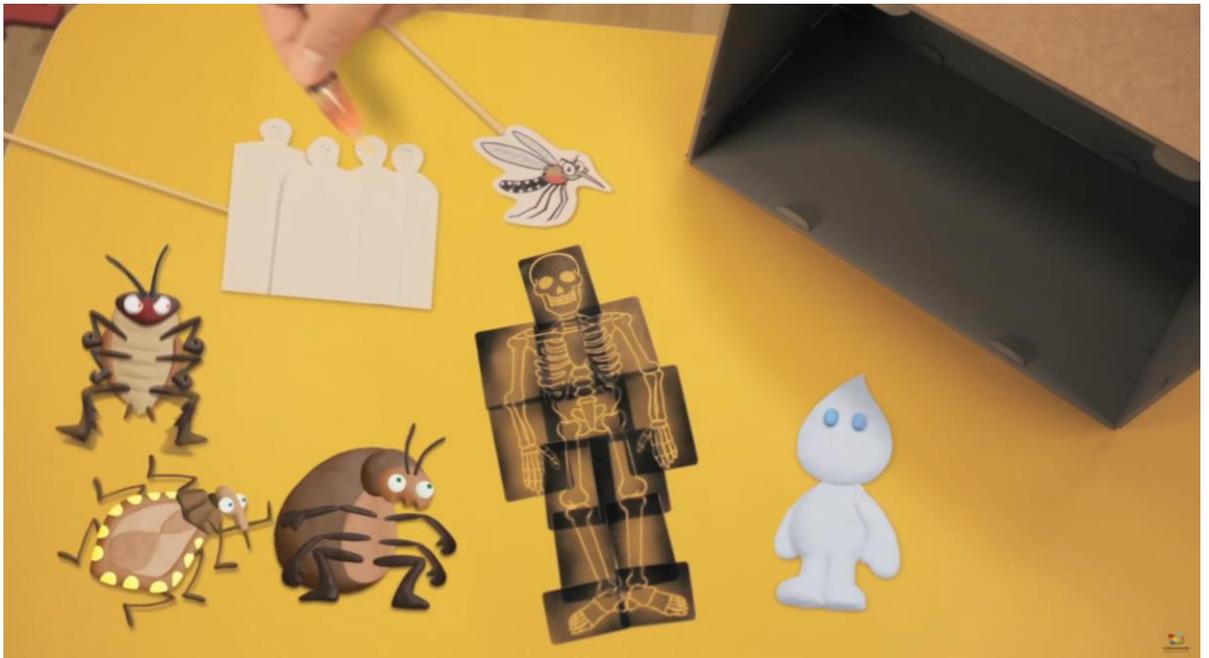
²⁵ Disponível em <<https://api.tv escola.org.br/tve/videoteca/serie/de-onde-vem>>. Acesso em 23 set 2019.

Figura 10 – Cena de Pato Donald com Pitágoras na animação “Donald no país da matemática”, 1959.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=wbftu093Yq>.

Figura 11 – Cena da explicação sobre vacinação no Brasil em “Mudando o mundo”, 2015.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=uxfkORE7Ybg&list=PLz0vw2G9i8v8Bx0tosyX1uN7ovDJE03-g&index=17&t=0s>

Figura 12 – Cena da explicação sobre a origem da lágrima no episódio “De onde vem o choro?” da animação “Kika em – De onde vem?”, 2002.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=p3iWbGocN_s&list=PLD4F1DB452F4ADBA5&index=3&t=0s.

4. O MOZART DA PSICOLOGIA

Devido suas contribuições ao campo da psicologia, Lev Semionovich Vygotsky é por vezes descrito como “um dos maiores psicólogos do século XX” (IVIC, 2010, p. 11) ou “um gênio da psicologia” (GARCIA, 2001, p. 4). Entretanto, bem como outras importantes figuras da academia, Vygotsky foi um sujeito dentro de um contexto social e histórico, sendo este importante agente para sua visão e legado científico. Dessa maneira, faz-se necessária uma breve introdução sobre esse “Mozart da psicologia”²⁶ para compreendermos melhor suas teorias.

Posteriormente, descrevo, resumidamente, a teoria de formação de conceitos espontâneos e científicos na criança, a fim de entender a relação da criança com a ciência e a importância da divulgação científica para esse grupo. Exponho, portanto, um objetivo muito além daqueles apontados por Viechenesk (2013)²⁷, ou seja, de promover a cidadania e o interesse para as carreiras científicas: a divulgação científica como contribuição para o desenvolvimento cognitivo infantil. Tais estudos do autor se encontram principalmente nos capítulos 5 e 6 do livro "*Pensamento e linguagem* (2001), intitulados “Gênese e estudo experimental da formação dos conceitos” e “O desenvolvimento dos conceitos científicos na infância”, respectivamente.

Vygotsky dispendeu especial atenção as artes e, apesar de não estudar fotografia ou audiovisual, os estudos do autor podem servir para entendermos a relação entre as crianças e esses artefatos culturais. Dessa maneira, também apresento a seguir as conclusões contidas na obra sob o título *Imaginação e Criatividade na Infância* (2012), na qual o autor disserta sobre a relação entre imaginação e a arte no desenvolvimento infantil. Para tal, aproprio-me especificamente dos capítulos 1, 2 e 3, intitulados “Criatividade e imaginação”, “Imaginação e realidade” e “O mecanismo da imaginação criativa”.

4.1 O MOZART DA PSICOLOGIA

De acordo com a nota biográfica de Luria (1989) e os estudos de Ivic (2010), Vygotsky nasceu em 5 de novembro de 1896, em Orsha, um pequeno povoado da

²⁶ Termo utilizado por TOULMIN (1978, p. 1).

²⁷ Acredito ser pertinente esclarecer que, em minha visão, o ensino de ciências pode ser considerado uma das maneiras de divulgar as ciências e tecnologias para as crianças em contexto de ensino formal, explicando, portanto, a utilização de Viechenesk (2013) em meu raciocínio.

Bielorrússia. Graduou-se na Universidade de Moscou com especialização em Literatura. Lev S. Vygotsky se interessava por poesia, teatro, língua, cinema, problemas de história e filosofia, desenvolvendo, segundo Der Veer e Valsiner (1996), em 1915 e 1916, seu volumoso estudo sobre *Hamlet*. Entre 1917 e 1923, lecionou Literatura e Psicologia numa escola na cidade de Gomel, dirigindo também a seção de teatro do centro de educação de adultos. Nessa época, lecionava um curso de psicologia no Instituto de Treinamento de Professores, criando um laboratório da área na instituição, e começara a se preocupar com os problemas de crianças deficientes.

Após os primeiros sucessos em psicologia, oriundos de palestras em congressos nacionais, Vygotsky se mudou para Moscou, em 1924, trabalhando inicialmente como colaborador no Instituto de Psicologia e mais tarde, no Instituto de Estudos das Deficiências criado por ele. Em 1925 publicou seu primeiro trabalho na área de psicologia, intitulado *A Psicologia da Arte*, no qual também retomou a análise de *Hamlet*. Ingressou no curso de medicina, inicialmente pelo Instituto Médico de Moscou, dando prosseguimento em Kharkov, na Ucrânia, onde começou a lecionar um curso de psicologia na Academia de Psiconeurologia. Foi convidado a dirigir o Departamento de Psicologia do Instituto Soviético de Medicina Experimental pouco antes de sua morte por tuberculose, em 1934. Foi nesse período de 1925 a 1934, trabalhando com a colaboração de um grande grupo de jovens cientistas das áreas de psicologia e do estudo das deficiências físicas e mentais “apaixonados como ele pela elaboração de uma verdadeira reconstrução da psicologia” (IVIC, 2010, p. 13), que Vygotsky desenvolveu sua “teoria socio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais’, ainda que ela seja chamada mais frequentemente de ‘teoria histórico-cultural’” (IVIC, 2010, p. 16).

Além de sua formação acadêmica, Vygotsky teve aporte do marxismo e sua atividade científica se desenvolveu em um período de dramáticas transformações históricas, como, por exemplo, a Revolução de Outubro, na Rússia (BRUNER, 1984; IVIC, 2010). Dessa maneira, seus conceitos refletem sua ideologia ao postular que o desenvolvimento mental do ser humano parte da interação social para interiorizar-se no indivíduo (GASPAR, 1993).

A partir desse contexto, a mediação é um conceito essencial para as concepções desse cientista. A linguagem é ferramenta fundamental de mediação entre o sujeito e o mundo (VYGOTSKY, 2001), entretanto, não a única. Além dos

signos, os instrumentos ou artefatos culturais também apresentam esse papel, como, por exemplo, a fotografia e o audiovisual.

4.2 CONCEITOS ESPONTÂNEOS E CONCEITOS CIENTÍFICOS NA INFÂNCIA

4.2.1 A formação de conceitos

Segundo Vygotsky (2001), a formação dos conceitos inicia-se na infância, porém, se estabelece apenas na adolescência, sendo um longo processo de desenvolvimento no qual aparecem outras formações intelectuais para provisoriamente equivaler ou exercer o papel dos conceitos verdadeiros. O fator preponderante para esse processo é a linguagem, com seus signos, que utilizamos como meio pelo qual conduzimos as operações mentais para solucionar problemas. Entretanto, para atingir níveis cognitivos elevados, é necessário também que o meio desafie, faça novas exigências a seu intelecto, caso contrário, a criança os atingirá com grande atraso.

A fim de testar a formação de novos conceitos, o autor e colaboradores realizaram experimentos com pessoas de diversas idades, desde crianças bem pequenas a adultos, além de portadores de distúrbios patológicos. Em seus resultados, o desenvolvimento de conceitos se operou em três fases distintas – *agregação desorganizada ou amontoado*; *pensamento por complexos*; e *conceitos potenciais* –, nas quais cada uma delas se subdivide em vários estágios.

Apresentada em crianças bem pequenas (sem referência de idade), a *agregação desorganizada ou amontoado* é caracterizada pela associação de objetos dessemelhantes reunidos sob base da percepção da criança e o significado da palavra para a criança não indica mais do que uma conglomeração sincrética e vaga dos objetos individuais.

A segunda fase é denominada de *pensamento por complexos*, na qual a criança organiza o grupo não apenas por suas impressões subjetivas, mas também por relações realmente existentes entre esses objetos. A criança já não confunde as relações das suas impressões com as relações entre as coisas, sendo um passo decisivo para a mudança do sincretismo para o pensamento objetivo. A principal diferença entre um conceito e um complexo, segundo o autor (Ibid, p. 38), é que enquanto o primeiro agrupa “os objetos em função de um atributo, as ligações que unem os elementos de um complexo com o todo e entre si podem ser tão diversas

quanto os contatos e as relações existentes na realidade entre os elementos.”

No primeiro estágio do *pensamento por complexos*, o *complexo associativo*, a criança agrega os objetos de acordo com as similaridades quanto a qualquer atributo que lhe chame atenção. Qualquer semelhança entre um objeto e outro basta para que o inclua ao grupo. No segundo, o *conjunto complexo*, a criança agrega os objetos a partir de atributos que contrastam entre si, uma associação não quanto a semelhança, mas por complementação, remetendo a uma coleção. No cotidiano existem diversos aglomerados nesse sentido, como o conjunto complexo natural composto por xícara, pires e colher. A experiência da criança a ensina a agrupar dessa maneira.

No terceiro estágio, Vygotsky descreve o *complexo em cadeia*, no qual a criança organiza os objetos por uma sequência de elementos similares isoladamente, como cores, tamanhos e formatos, ligando todos por esses elos. O atributo decisivo para a formação do grupo varia constantemente e cada elo incluído no grupo tem tanta importância quanto o primeiro. “Um objeto que entrou num complexo devido a um dos seus atributos, não entra nele como portador desse atributo, mas como elemento isolado com todos os seus atributos. A criança não abstrai o traço isolado do todo restante, nem lhe confere um papel especial como acontece com os conceitos. Nos complexos a organização hierárquica está ausente: todos os atributos são funcionalmente equivalentes” (Ibid, p. 40).

O quarto estágio é o *complexo difuso*, no qual o sujeito une objetos não por semelhanças genuínas, mas por uma vaga impressão de que têm uma coisa em comum, formando grupos por meio de ligações difusas e indeterminadas. “Por exemplo, uma das crianças das nossas experiências escolheria indiferentemente para associar a um triângulo, trapézios ou triângulos, pois aqueles lhe faziam lembrar triângulos com os vértices cortados” (Ibid, p. 41)

O quinto e último estágio é o *pseudoconceito*. Nesse, a criança opera com o pensamento por conceitos dos adultos sem ter consciência dessa operação. Segundo Vygotsky, a criança é imposta ao significado das palavras dos adultos, mas não a sua forma de pensar. Embora o resultado do conjunto de objetos seja idêntico àquele formado por conceitos verdadeiros, a associação entre os objetos ainda é orientada pelas semelhanças concretas visíveis e limita-se a formar um complexo associativo confinado a um certo tipo de conexão. É importante destacar que o pensamento por *pseudoconceitos* não é exclusivo das crianças e

adolescentes, sendo usado com bastante frequência também pelos adultos.

Na *idade pré-escolar*²⁸, o *pseudoconceito* é tipo de pensamento que predomina sobre todos os demais complexos, entretanto, quando a criança se encontra prestes a entrar para a escola, já possui as funções – diferenciação da percepção, desenvolvimento da memória e da atenção – que terá que aprender para as submeter a um controle consciente numa forma já relativamente madura. E nessa idade, os conteúdos dos conceitos começam a perder seu caráter de complexos.

A terceira fase do desenvolvimento é caracterizada pelo aparecimento de novas formações do pensamento que, mesmo de forma rudimentar, já estavam presentes antes mesmo da criança pensar por *pseudoconceitos*. Essa, segundo o autor, possui uma função genética específica, resultante de uma forma de abstração, que tem como principal função estabelecer elos e relações, numa tendência de unificação. Os chamados *conceitos potenciais* resultam dessa espécie de abstração isolante de natureza tão primitiva que se encontra presente, em certo grau, em crianças muito novas e como também em animais. A formação dos *conceitos potenciais* pode se dar tanto a partir de um pensamento perceptual, com base em impressões semelhantes, quanto a partir de um pensamento prático, ligado a significados funcionais semelhantes, num processo de abstração que consiste em isolar esses traços e dar-lhes um tratamento preferencial. Segundo Vygotsky, somente o domínio da abstração combinado com o *pensamento por complexos* em sua fase mais avançada permite à criança progredir até a formação dos conceitos verdadeiros.

Mesmo na adolescência, tais formas de pensamento ainda perduram por muito tempo, enquanto gradualmente o sujeito desenvolve a formação de conceitos verdadeiros. O pensamento do adolescente é transitório. O adolescente consegue utilizar um conceito numa situação concreta com muita propriedade, mas achará difícil explica-lo em palavras e a definição verbal será muito mais limitada do que se esperaria. O autor ressalta que essa dificuldade também ocorre em adultos,

²⁸ É importante ressaltar que o autor não divide as fases do desenvolvimento de conceitos por faixa etária e sim por *idade pré-escolar* e *idade escolar*. Dessa maneira, utilizo do entendimento de crianças com até 6 anos como *pré-escolares* e crianças de 7 a 10 anos como *escolares*, considerando, como Papalia, Olds e Feldman (2006), o início da adolescência por volta dos 11 anos.

mesmo em níveis muito avançados. Outra dificuldade ocorre quando o sujeito tenta aplicar um conceito formado sob determinada situação a outra diferente, entretanto, é um problema menor se comparado ao primeiro.

4.2.2 A formação dos conceitos científicos na infância

De acordo com Vygotsky (2001), a criança forma os conceitos espontâneos e não espontâneos (como os científicos) diferentemente, pois, um conceito se forma a partir do cotidiano da criança, por meio do seu entendimento e necessidade de entender o mundo, enquanto, quando ensinamos um conhecimento sistemático a uma criança, ensinamos o que ela não vê ou experimenta diariamente. Dessa maneira, os conceitos espontâneos e científicos diferem quanto a sua ação na mente da criança, seguindo caminhos diferentes do início até sua forma final.

Quando a criança opera com conceitos espontâneos, sua atenção está voltada ao objeto ao qual o conceito se refere, mas não está consciente, não está atenta quanto ao seu próprio pensamento. A criança o faz espontaneamente. Em contrapartida, isso não ocorre em relação aos conceitos científicos, pois estes são mediados por outros conceitos, ocupando um lugar dentro de um sistema. Segundo o autor (Ibid, p. 58), “os rudimentos da sistematização começam por entrar no espírito da criança através do contato que esta estabelece com os conceitos científicos, sendo depois transferidos para os conceitos quotidianos, alterando toda a sua estrutura psicológica de cima até baixo”.

Os resultados dos experimentos de Vygotsky e colaboradores indicaram que na medida que fornecem material necessário, o desenvolvimento dos conceitos científicos precede o desenvolvimento dos conceitos espontâneos. As crianças souberam utilizar de forma correta os conceitos “porque” e “embora” em maior percentual quando as frases envolviam problemas de conceito científicos do que problemas de conceitos da vida cotidiana. “A criança deve achar difícil resolver problemas da vida cotidiana porque carece de consciência desses conceitos e, portanto, não pode operar com eles da forma que é exigida pela tarefa” (Ibid, p. 65). Ela utiliza corretamente a palavra “porque” numa conversa espontânea, mas como não tem consciência de sua operação, não conseguem aplica-lo aos problemas cotidianos quando pedido. Já no que tange sua utilização correta nos contextos científicos, ela o faz por ter sido instruída sobre aquele assunto. Os conceitos da criança foram formados pelo processo de aprendizagem, em elaboração com o

adulto e a ajuda do adulto, agora invisivelmente presente, permitiu que a criança resolvesse esses problemas mais cedo do que os problemas da vida cotidiana. Os dados ainda mostraram que um nível mais elevado no domínio dos conceitos científicos também eleva o nível dos conceitos espontâneos. Uma vez atingidos a consciência e o controle em determinado tipo de conceitos, todos os conceitos previamente formados são reconstruídos em conformidade com essa consciência e esse controle.

Dessa maneira, Vygotsky afirma que a capacidade para definir os conceitos por meio de palavras, para operar com eles conforme queira, aparece muito depois da criança ter adquirido os conceitos. Ela possui o conceito, ou seja, conhece o objeto a qual se refere, mas não tem consciência do seu ato de pensamento. Em contrapartida, os conceitos científicos iniciam seu desenvolvimento pela definição verbal sendo logo de início operados de forma não espontânea, começa no cérebro da criança, nível que os conceitos espontâneos só atingirão mais tarde. Um exemplo é a operação dos conceitos “irmão” e “exploração”. No caso do primeiro, a criança conhece seu conceito no cotidiano, mas quando lhe é pedida que resolva um problema sobre “o irmão do irmão”, a criança fica confusa. No que tange o segundo, a criança conhece o significado teórico do conceito, mas carece de um conteúdo da experiência pessoal. Dessa forma, o conceito espontâneo se processa de baixo para cima, enquanto o conceito científico se desenvolve de cima para baixo, a um nível mais elementar e mais concreto.

Embora esses se desenvolvam em sentido contrário, estão estreitamente relacionados entre si. A exemplo, Vygotsky cita que os conceitos históricos só podem ser ensinados quando a criança já tem formado os conceitos espontâneos de temporalidade, quando a sua vida e a dos outros que a rodeiam pode conformar-se à generalização de “no passado e agora”. Os conceitos geográficos e sociológicos crescerão necessariamente sobre o esquema simples de “cá e lá”. Ao forçarem lentamente seu caminho ascendente, os conceitos espontâneos abrem caminho para os conceitos científicos e o seu desenvolvimento descendente, criando uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito. Os conceitos científicos fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança rumo à consciência e à utilização intencional.

Vygotsky ainda afirma que a relação entre conceitos científicos e conceitos

espontâneos está contida na relação entre aprendizagem e desenvolvimento cognitivo, propondo uma série de pesquisas ligadas à instrução escolar em determinadas áreas do currículo, sendo estas: leitura e escrita, gramática, aritmética, ciências sociais e ciências naturais. Seus resultados evidenciaram que a instrução precede o desenvolvimento. As diferentes áreas de conhecimento influenciam uma sobre a outra e impulsionam o desenvolvimento cognitivo. Além disso, as funções psíquicas mobilizadas pelo estudo de várias matérias são interdependentes: suas bases comuns são constituídas na consciência e no domínio intencional da matéria. As ideias tão criticadas sobre imitação são vistas por outra perspectiva pelo autor. Na aprendizagem da fala, assim como na aprendizagem das diferentes áreas de conhecimento, a imitação é indispensável. O que a criança pode fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã.

Dessa constatação e subsidiado pela mesma série de pesquisas, surge o conceito de Zona de Desenvolvimento proximal (ZDP). A ZDP é caracterizada pela diferença entre o nível desenvolvimento real da criança e o nível de desenvolvimento potencial, ou seja, aquele que ela pode atingir. Embora esse não seja o conceito com maior peso para o arcabouço teórico do presente trabalho, é estritamente necessário citá-lo principalmente pelo potencial de utilização do produto proposto. O experimento específico realizado por Vygotsky e colaboradores consistiu em destinar problemas a crianças de oito anos mais difíceis do que elas estão habituadas a resolver. Verificou-se que, em cooperação, as crianças resolviam problemas destinados a crianças de 12 anos, enquanto sozinhas, conseguiam solucionar problemas para crianças de 9 anos. Dessa maneira, evidenciou que, por meio da interação entre um adulto e uma criança, bem como a cooperação entre duas crianças, o desenvolvimento é acelerado, afirmando, por fim, que crianças com zonas mais extensas de desenvolvimento próximo terão melhor aproveitamento na escola.

Com base nos resultados de seus estudos aqui explorados, Vygotsky afirma que o único tipo de ensino positivo deve caminhar à frente do desenvolvimento cognitivo, guiando-o. Deve-se voltar para as funções em amadurecimento, não para as que já estão maduras. Continua sendo necessário determinar um limiar mínimo para começar uma instrução, pois é necessária uma maturidade mínima das funções; mas temos que promover uma instrução voltada para o futuro, não para o

passado. O período de escolaridade como um todo é um período ótimo para o ensino de operações que exigem consciência e controle intencional. O ensino destas operações impulsiona ao máximo o desenvolvimento das funções psicológicas superiores na altura de sua maturação, bem como o ensino dos conceitos científicos introduzidos na escola primária.

4.3 IMAGINAÇÃO E REALIDADE

Segundo Vygotsky (2012), há dois tipos de atividade humana: uma reproduz e outra combina e cria. A atividade reprodutora está associada a nossa memória e sua essência consiste no sujeito reproduzir ou repetir modos de comportamento já anteriormente elaborados e produzidos ou reviver traços de impressões anteriores. A segunda atividade não se restringe a reproduzir experiências e impressões. À esta atividade do cérebro, a psicologia chama de imaginação ou fantasia, cuja característica principal é a combinação de elementos da realidade e impressões da vivência do sujeito. Toda invenção, seja pequena ou grande, antes de se realizar de fato, foi concebida exclusivamente pela imaginação. “De fato, a imaginação, como fundamento de toda a atividade criadora, manifesta-se de igual modo em todos os momentos da vida cultural, permitindo a criação artística, científica e tecnológica” (Ibid p. 24). Dessa maneira, podemos dizer que, diferentemente da ideia pregada pelo senso comum, a imaginação não é uma atividade isolada da realidade e constitui como uma condição necessária para a existência, pois tudo o que ultrapassa a rotina é devido ao processo criativo do ser humano.

Como uma atividade apoiada na realidade, Vygotsky apresenta as quatro formas fundamentais sob as quais a realidade e a atividade imaginativa se conectam. A primeira forma de ligação entre ambas se encontra no fato da imaginação ser elaborada a partir de elementos da realidade e retirados da experiência anterior do sujeito. O autor apresenta, então, o que considera a primeira e mais importante lei que subordina a atividade imaginativa: a atividade criadora da imaginação está em relação direta com a riqueza e variedade da experiência acumulada pelo sujeito, uma vez que a experiência é matéria prima a partir da qual se elaboram as construções da fantasia. Quanto mais rica a experiência, mais abundante será a matéria prima disponível para a imaginação.

A segunda forma de ligação se realiza entre o produto final da imaginação e determinados elementos complexos da realidade. É observado quando, baseado

em descrições de historiadores ou viajantes, podemos imaginar a Revolução Francesa ou os desertos da África. Essa criação mental não está baseada nas vivências do sujeito, mas sim, nos elementos transformados e tomados da realidade, subordinando-se inteiramente à primeira lei. Essa forma de ligação torna-se possível graças a experiência alheia ou à socialização. Se ninguém tivesse visto nem descrito o deserto africano, formar uma ideia adequada seria uma tarefa impossível. A imaginação não trabalha livremente, mas orientada pela experiência alheia e só graças a isto, pode-se conseguir que o produto da imaginação coincida com a realidade. Nesse sentido, é imprescindível destacar que a imaginação apresenta uma função muito importante no comportamento e no desenvolvimento humanos, transforma-se em meio para o aumento da experiência do sujeito, pois permite imaginar aquilo nunca visto pessoalmente. Poderá, a partir da descrição do outro, representar para si a descrição daquilo que em sua experiência própria nunca existiu.

A terceira ligação entre imaginação e a realidade é a conjunção emocional e esta manifesta-se de dois modos. Em seu primeiro modo, a experiência e imagens com sinal emocional comum tendem a agregar-se entre si, mesmo não havendo qualquer semelhança, apenas pelo tom afetivo em comum. O segundo modo é o inverso, ou seja, a imaginação influencia sentimentos, o que explica como as paixões, felicidade e desgraças dos heróis imaginados inquietam e preocupam.

A quarta forma de ligação entre a fantasia e a realidade é a materialização da fantasia, criação de qualquer dispositivo técnico, máquina ou ferramenta que antes existia apenas no pensar do sujeito, como resultado da imaginação combinatória. Os elementos a partir dos quais foram construídos foram tomados da realidade e dentro do pensamento, foram recombinações. Ao se materializarem, voltaram outra vez à realidade, mas sob nova forma, realizando um ciclo completo. Tal ciclo também é observado no domínio da imaginação emocional. Uma obra artística influencia o mundo interior, em nossos pensamentos e sentimentos, tanto quanto ferramentas técnicas influenciam o mundo exterior.

4.3.1 A imaginação na infância

Inicialmente mais pobre, a imaginação se desenvolve junto com a criança e atinge sua maturidade na idade adulta. Seu desenvolvimento é dividido em dois períodos, conectados por uma fase crítica, e se inicia antes do desenvolvimento do

raciocínio, pois este, por sua vez, necessita de grande acumulação de experiência e maior complexidade na sua elaboração para florescer.

Da primeira infância à idade escolar, a criança manifesta sua criatividade especialmente nas brincadeiras. Ao brincar, a criança utiliza elementos que viu ou ouviu e as impressões exteriores tomadas do meio, recombina-se, concretizando-se por meio da imitação. A criança cavalga com um cabo de vassoura imaginando estar montado em um cavalo, se transforma em ladrão, soldado ou marinheiro. Além disso, por meio da imaginação, a criança representa as qualidades do que ela nunca experimentou – como heroísmo, bravura, abnegação – e cria situações e circunstâncias que a vida não põe a sua disposição.

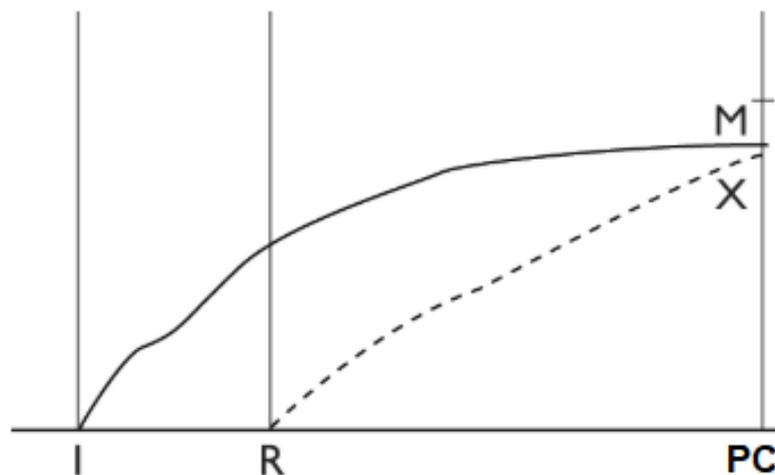
O que a criança vê e ouve constitui os primeiros pontos de apoio para sua criatividade futura. A criança acumula material a partir do qual, posteriormente, irá construir suas fantasias e, devido à relação direta da atividade imaginativa com a riqueza e variedade de experiência, a imaginação da criança é menos rica em comparação a um adulto, já que sua experiência é mais pobre que a deste. Entretanto, é importante ressaltar que, embora sua imaginação seja pobre, a criança acredita mais nos produtos da imaginação e a controla menos. O desenvolvimento da imaginação e do raciocínio se distanciam muito entre si na infância, o que permite à criança relativa autonomia para imaginar e independência cognitiva. Ou seja, o que se observa, na realidade, é que as crianças são livres, simples e pouco exigentes em suas fantasias.

Essa condição começa a mudar quando a curva de desenvolvimento da imaginação e do raciocínio começam a se aproximar, se encontrando no momento que o autor chamou de período crítico (Figura 13). Nessa fase, ocorre uma transformação profunda da imaginação, que passa da subjetiva para a objetiva e essa, a adolescência, é a idade em que o equilíbrio psicológico infantil é quebrado e o equilíbrio do organismo adulto ainda não foi alcançado.

Como uma atividade extremamente dependente da riqueza de elementos da realidade cotidiana, Vygotsky afirma que se queremos criar bases suficientemente sólidas para a atividade criativa, devemos considerar a necessidade de alargamento da experiência da criança. Quanto mais a criança viu, ouviu e experimentou, mais ela assimila. “Quanto mais elementos da realidade a criança tiver à disposição na sua experiência mais importante e produtiva, em circunstâncias semelhantes, maior será a sua atividade imaginativa” (Ibid, p. 33).

A atividade imaginativa pode desempenhar um papel duplo, aproximando ou afastado o sujeito da realidade. As ciências são frequentemente acusadas de reprimir a imaginação, mas na realidade, é a imaginação, bem como o exagero, que abre áreas cada vez mais amplas à criação científica. Newton usou a imaginação para prever o futuro e Cuvier para ver o passado. As grandes hipóteses a partir das quais nascem as grandes teorias são resultado da imaginação. Se não fosse por estas capacidades, que despertam de modo tão divertidos numa menina de cinco anos e meio, a humanidade não seria capaz de criar a astronomia, com seus sóis brilhantes formados a partir de nevoeiros; a geologia, com suas previsões sobre nosso planeta sucumbindo de frio; ou da física, com suas hipóteses acerca dos átomos.

Figura 13 – Curva do desenvolvimento da imaginação. IM – desenvolvimento da imaginação; RO – desenvolvimento da inteligência/raciocínio; PC – início do período crítico (adolescência).



Fonte: Adaptado de Vygotsky, 2012.

5. REFLEXÕES SOBRE POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS PARA DOCUMENTÁRIOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA INFANTIL A PARTIR DE VYGOTSKY

5.1 DIRECIONAMENTOS PARA A PRODUÇÃO

Ao descrever o desenvolvimento psicológico da criança, Vygotsky nos apresenta as fases da formação de conceitos, bem como o papel da mediação por meio de signos, instrumentos e artefatos culturais. Baseando-se em seus estudos, é possível estabelecer contribuições da teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky para ao menos dois dos modelos de divulgação científica.

Para Brossard e Lewenstein (2010) há quatro diferentes tipos de abordagem na divulgação científica, sendo os modelos de déficit e contextual, com foco principal na entrega de informações para o público, e os modelos de expertise leiga e engajamento público, com foco principal em envolver o público.

Segundo os autores, o modelo contextual não reconhece os indivíduos apenas como contêineres vazios de informações, como observado no modelo de déficit. Dessa maneira, ao considerar o contexto social e psicológico do público, o modelo contextual, quando bem utilizado, dialoga com a teoria vygotskyana, proporcionando produtos e/ou atividades de divulgação científica adequados para cada fase de desenvolvimento cognitivo da criança. Portanto, sustentado por Vygotsky, o modelo contextual olhará para a criança como um sujeito com maneira própria de enxergar o mundo, cuja forma de pensamento não é substituída pela do adulto.

É preciso acessar o mundo conhecido pela criança para que, conseqüentemente, ela possa se apropriar do conhecimento científico ao qual está sendo apresentada. O uso de elementos do cotidiano parece ser uma ferramenta eficiente, pois fazem parte da experiência da criança, tendo a concretude dos conceitos espontâneos. Nesse caso, vemos a importância das analogias, embora devam ser feitas com muito cuidado. Ao explicar a ecdise de um inseto, é válido utilizar a analogia da “troca de roupa”, no entanto, não se deve privar a criança do conceito científico, visto que o propósito da divulgação científica para esse público deve ser também o de auxiliar no desenvolvimento cognitivo. Como apontaram Freire e Massarani (p. 22, 2012), “é importante que a criança sinta-se por vezes desafiada a compreender temas e conceitos ainda desconhecidos por ela, sendo

ajudada pelos materiais que lhes são disponibilizados”. Vale ressaltar que o recurso visual ainda tem a vantagem de proporcionar à criança a concretude imagética dos conceitos abordados, podendo contribuir para a evolução de cima para baixo dos conceitos científicos.

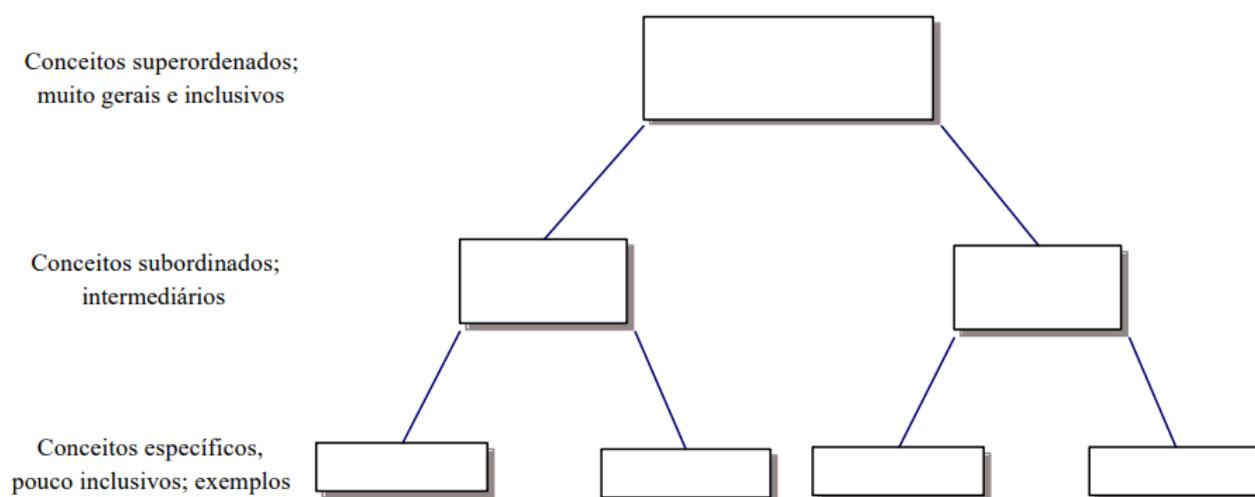
É possível ainda fazer um paralelo das teorias do autor com o modelo de engajamento público. Este, segundo Brossard e Lewenstein (2010), é um tipo bidirecional de se divulgar as ciências, concentrando-se em aumentar a participação do público no debate científico, em democratizar as ciências. Somado ao modelo contextual, o modelo de engajamento público permite uma produção alinhada aos interesses reais desse público, e, portanto, recomenda-se incluir as crianças no processo de construção dos documentários de divulgação científica para o público infantil. Por proporcionar a participação das crianças, essa combinação pode ser ainda mais eficiente, podendo dirigir-se à expansão da zona de desenvolvimento proximal (ver CAPÍTULO 2). No entanto, a base fundamental do conceito da ZDP é a interação social, algo dificilmente alcançado na interação apenas entre a criança e o produto audiovisual.

Posto isto, sugiro solucionar essa questão de, pelo menos, duas formas. A primeira seria a utilização do documentário dentro de sala de aula, museus e centros de ciências, por exemplo. Mas para tanto, além da linguagem adequada e da utilização de conceitos espontâneos como porta de entrada, o conteúdo deve estar estruturado a fim de promover maior grau de generalização e hierarquização dos conceitos. Nesse sentido, aponto para a criação de mapas conceituais, cujo conceito apresento no próximo parágrafo, como elemento de pré-produção, a fim de guiar a construção de um roteiro que forneça tais características às crianças, desde que as mesmas possam identificá-las. Isso porque ao entrar em contato com elas, a criança se apropriará das regras lógicas que permitem ligar um conceito ao outro, possibilitando assim o desenvolvimento de uma consciência reflexiva, como apontou Vygotsky e corroboraram Turnes *et al.* (2012). Se disponibilizados como recurso didático, os documentários podem ainda ser acompanhados dos mapas conceituais criados na fase pré-produção para serem utilizados pelos professores e/ou mediadores juntamente ao material audiovisual.

Entende-se como mapas conceituais (Figura 14) diagramas que indicam relações hierárquicas entre conceitos, cujos conceitos mais gerais e inclusivos aparecem na parte superior do mapa e os conceitos subordinados aparecem em

ordem descendente de generalidade e inclusividade. Esse recurso é comumente utilizado como instrumento de ensino e/ou de aprendizagem, auxiliar na análise e planejamento de currículo, análise de conteúdo curricular (MOREIRA, 2006) e para identificação de conhecimentos prévios de um grupo sobre determinado assunto (KLEIN; LABURÚ, 2009).

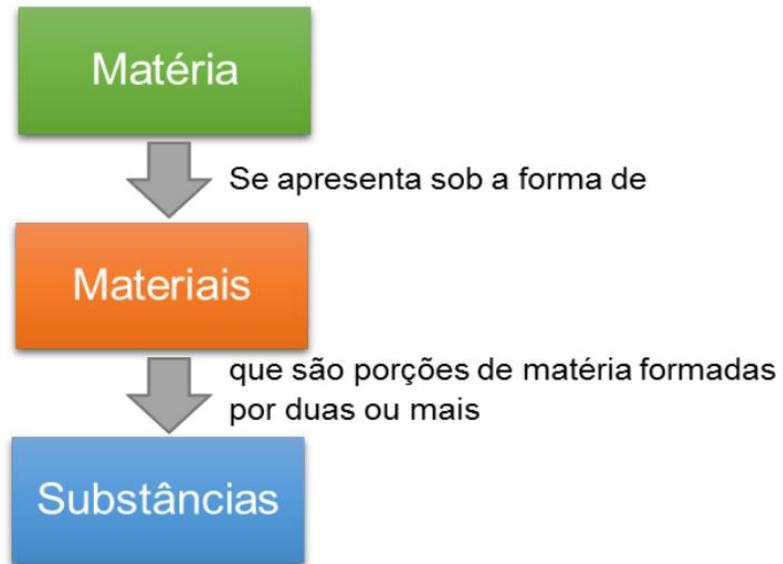
Figura 14 – Exemplificação da estrutura básica de um mapa conceitual.



Fonte: Moreira, 2006.

Apropriando-se da lógica do pensamento científico de Vygotsky, Tolentino *et al.* (1986), Silva *et al.* (1986), Tunes *et al.* (1989) e Rocha-Filho *et al.* (1988) propuseram mapas conceituais, muito embora chamassem de “sistema conceitual”, considerando a natureza da matéria; suas formas de apresentação; quanto à natureza de seus constituintes; e quanto à natureza dos átomos dos seus constituintes, respectivamente. Melo e Silva (2017), utilizando o mapa conceitual proposto por Tolentino *et al.* (1986), estruturaram uma aula-pesquisa sobre atmosfera (Figura 15). Mapas conceituais mais complexos foram elaborados por Moreira (2006) para suas aulas de física na universidade. O autor afirma que pode-se também escrever uma ou duas palavras entre os conceitos para dar uma ideia de relação proporcional entre os conceitos, como, por exemplo, em seu mapa conceitual para o curso de Eletricidade e Magnetismo (Figura 16).

Figura 15 – Mapa conceitual utilizado como base de aula sobre o tema atmosfera.



Fonte: Melo e Silva (2017).

A segunda maneira seria a criação de docugames cooperativos de divulgação científica. Objetivando aplicar o modelo de engajamento público, Carrelli (2019) desenvolveu o protótipo do docugame de divulgação científica intitulado “Planeta Perdido”²⁹, no entanto, apesar de ser um documentário interativo, a proposta não permite a interação social. Com base nas ideias da teoria sócio-histórico-cultural, apesar de existirem dicas no decorrer do docugame, pode-se dizer que esse produto não seria capaz de ampliar a zona de desenvolvimento proximal. Isso porque, como identificado por Vygotsky, sozinha a criança é capaz de resolver problemas destinados até a idade um ano superior à sua. Já o modo cooperativo, presente em diversos jogos digitais (abreviado de “co-op” e também chamado de multiplayer), permite que a interação social entre os jogadores, no qual um auxilia o outro na resolução das tarefas apresentadas. Dessa maneira, docugames cooperativos poderiam ser capazes de dirigir-se a expansão da zona de desenvolvimento proximal, como aquela apresentada pelas crianças auxiliadas por adultos ou crianças mais velhas no estudo de Vygotsky. Pode-se entender melhor essa possibilidade por meio dos estudos de Wertsch (1984). Segundo o autor, ao interagirem, os sujeitos tentarão resolver os problemas apresentados de maneira diferente e prevalecerá aquela baseada em maior experiência e o outro sujeito mudará qualitativamente sua forma de solucionar tais problemas. Esse processo ocorre por meio do uso da linguagem, da comunicação entre os dois sujeitos, ou seja, de uma ação intersubjetiva.

Além das pontuações anteriores, outras características que poderiam ser utilizadas nos produtos audiovisuais de divulgação científica, apresentadas por Couto e Rezendo Filho (2011), podem ser citadas quando olhamos o público infantil:

- a) Construir argumentos a partir de diferentes pontos de vista e refletir sobre suas próprias construções e afirmações;
- b) Utilizar humor, paródia e o inusitado como maneiras de tratar o tema, não como elementos irrelevantes introduzido para atrair ou manter a atenção;
- c) Considerar a cultura popular;
- d) Empregar a citação, reler, reinterpretar ou ressignificar fragmentos de vídeos ou imagens de arquivos, criar composições híbridas que articulam modos

²⁹ <http://www.mast.br/docugames-planeta-perdido/planeta-perdido/index.html#ABERTURA>

de abordagem e discursos variados;

e) Não resolver contradições na montagem e não priorizar um ponto de vista ou explicação;

f) E recusar-se a manter uma única explicação ou significado coerente para os acontecimentos;

Citado isso, acrescento aqui quatro outros pontos. O primeiro é que, ao tratar leis e teorias científicas, como por exemplo, leis de Kepler e tectônicas das placas, deve-se apontar os motivos para que estas tenham assumido tais status científicos e que são consideradas os paradigmas atuais da ciência por serem a explicação mais adequada para os respectivos fenômenos investigados no momento. Como mostrou Kuhn (1962), o conhecimento científico passa por constantes revoluções e as ideias que melhor explicam a natureza se tornam a ciência normal, o paradigma atual.

Além de loucos e deslocados, cientistas são comumente representados descontextualizados. Segundo as discussões de pesquisadores soviéticos no 2º Congresso Internacional da História das Ciências e da Tecnologia, em 1931, o ambiente e os interesses econômicos influenciam as descobertas científicas e invenções tecnológicas (GAVROGLU, 2007). Um exemplo essencial foi a contextualização de Newton feita por Boris Hessen (1893 – 1936), afirmando que o desenvolvimento científico sofrera influências das necessidades práticas e tecnológicas da classe comercial emergente. Portanto, ao apresentar tais personagens da história, deve-se contextualizá-los, visto que, como afirmou Preste (1995), são parte integrante da sociedade, com influências externas, interesses pessoais, submersos na cultura e pertencentes à uma classe econômica.

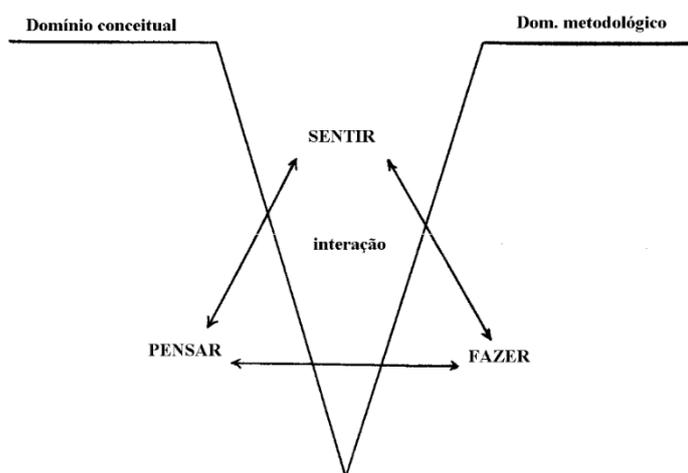
O terceiro ponto é que a concepção de método científico como uma sequência de etapas bem definidas, disciplinarmente, e universal é epistemologicamente equivocada. Moreira e Ostermann (1993), constataram que, segundo os livros didáticos analisados, o método científico era composto por

“observação (cuidadosa, repetida, crítica); formulação de hipóteses (a serem testadas); experimentação (para testar hipóteses); medição (coleta de dados); estabelecimento de relações (tabelas, gráficos); conclusões (resultados científicos); estabelecimento de leis e teorias científicas (enunciados universais para explicar os fenômenos)” (Ibid., 1993, p. 112).

No entanto, a atividade científica não é feita por uma espécie de receita

infalível, não é uma sequência rígida, lógica, de passos. Como não é assim que se produz ciência, também não é assim que a ensina/divulga/populariza, pois pode reforçar ou gerar concepções errôneas. Dessa maneira, ao retratar a produção do conhecimento científico, deve-se priorizar por caracteriza-lo se baseando na interação entre pensar, sentir e fazer (Figura 17), proposta pelos autores, na qual as observações são precedidas por teorias, mesmo que não sejam científicas, e o procedimento seja replicável. Ao apresentar tais ferramentas, espera-se que a criança seja capaz de apropriar-se do raciocínio científico, usando-o ao articular com conceitos espontâneos e científicos.

Figura 17 – Visão esquemática do processo de produção científica enfatizando a permanente interação entre pensar, sentir e fazer.



Fonte: Moreira e Ostermann, 1993.

Por último, para criar um documentário para crianças, deve-se penetrar em seu universo, utilizando-se dos elementos da linguagem infantil – como, por exemplo, cores alegres, personagens de animais e crianças, imaginação, entre outros – não como adornos, mas sim como parte do conteúdo. “Para desenvolver a criança de forma plena, é preciso considerar, entre outros aspectos, sua afetividade, suas percepções, suas formas de expressar, seus sentidos, suas críticas, sua criatividade” (GOUVÊA, 2005, p. 48). Ao adentrar na realidade fantástica da criança, respeitando sua maneira de se relacionar com o mundo, aumenta-se as chances de ocorrer uma conexão afetiva e, dessa maneira, tornar os conceitos científicos parte de sua imaginação. O lúdico pode ter o importante papel de transformar o conhecimento em componente da brincadeira.

5.2 IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO DA IMAGINAÇÃO INFANTIL

Além de auxiliar no desenvolvimento das funções superiores, ao atingir o público, os documentários de divulgação científica podem também contribuir para a expansão da imaginação da criança. Estudos de percepção ambiental³⁰ de crianças realizados por Boer (1994), Schwarz, Sevegnani e André (2007) e Pedrini, Costa e Ghilardi (2010), por exemplo, mostraram referências à animais alóctones à fauna da região, evidenciando a influência de filmes, documentários, desenhos e programas de TV, cinema e revistas em quadrinhos. Tais pesquisas contribuem com o argumento deste trabalho sobre o papel dos documentários de divulgação científica como fragmentos da realidade, que, como apontou Vygotsky, são essenciais para permitir a criança imaginar aquilo que ela não experienciou. As informações obtidas por meio desses produtos, além de ampliar a percepção ambiental, facilitando assim o processo de educação ambiental na infância, pode auxiliar o aprendizado no ensino formal de ciências. Isso porque, como afirmou o autor, a criança necessita de um conhecimento anterior cognitivamente relacionado para suportar a nova informação a ela apresentada. Portanto, pode-se entender que documentários de divulgação científica podem servir de substrato para o entendimento de conteúdos de ciências posteriormente na sala de aula. Dessa maneira, deve-se atentar à importância da fidelidade na representação de biomas, comportamentos, morfologia dos animais, entre outros, bem como nas explicações científicas sobre os temas abordados.

As informações oriundas dos meios de comunicação também estão presentes no ato de brincar. Essa constatação é facilmente obtida quando vemos, em nosso cotidiano, uma criança dizendo ser um super herói. Esse fenômeno é exemplificado em um trecho da animação “Rugrats Go Wild” (2003), por exemplo, no qual ao assistir os “Thornberrys” na TV, as crianças brincam que estão em uma aventura na floresta, imaginando-a com riqueza de detalhes e claras características do pensamento infantil (Figura 18). Posto isso, pode-se refletir sobre o potencial dos documentários de divulgação científica como fornecedores de substrato para o ato de brincar, sensibilizar e criar. Vygotsky apresenta a importância desses três

³⁰ Percepção ambiental é como cada sujeito percebe e interpreta o meio ambiente, bem como o quanto conhece, o que se espera e como utiliza seu próprio meio (TUAN, 1980).

elementos no desenvolvimento infantil.

Figura 18 – Cena do filme “Rugrats Go Wild” (2003), na qual Tommy Pickles imagina, com as demais crianças, explorar a floresta.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=6UvEeQC0Odc>

Primeiramente, devemos entender que tanto as fotografias quanto os documentários são produtos finais da imaginação humana e uma das vantagens do recurso visual é poder fornecer com riqueza de detalhes aquilo que o sujeito não tem acesso em seu cotidiano. Como apontado anteriormente, esses produtos permitem que a criança imagine elementos não observados pessoalmente. Após o contato com a criança, os elementos do documentário podem entrar no ciclo da imaginação, sendo utilizados pela criança no ato de brincar, que, segundo o autor, permite a criança internalizar as regras e os modelos sociais que estão à sua volta. Portanto, ao darmos a criança informações novas, científicas, estamos dando a ela potenciais novos elementos para reforçar seu entendimento sobre o mundo.

Não se pode negar ainda a capacidade de sensibilização de fotografias e documentários, principalmente no que tange temas ambientais. Pode-se dizer, portanto, que esses produtos completam o ciclo da imaginação ao desnudar a realidade e despertar sensações, tomada de consciência e mudanças de concepções na sociedade, como explicado pelo autor. É o caso dos documentários “Cowspiracy: o segredo da sustentabilidade” (2014), sobre o grande consumo dos recursos naturais pela agropecuária, e o já citado “Uma verdade inconveniente”.

Como afirmado por Vygotsky, a brincadeira é uma reelaboração criativa das impressões infantis, uma fantasia que tem a mesma origem das descobertas científicas e invenções tecnológicas. Dessa forma, como outros artefatos culturais,

ao contribuir com a atividade imaginativa infantil, os documentários de divulgação científica podem cooperar com a construção da imaginação científica a longo prazo, após o início da curva do raciocínio descrita por Ribot (Figura 13) (*apud* VYGOTSKY, 2012) (ver PÁGINA 47). Afinal, como Cecilia Payne-Gaposchkin (1900 – 1979) descobriria a composição química das estrelas sem a inicial reelaboração criativa de tudo o que experienciou, leu, conversou e imaginou?

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 BREVE ESTUDO DO PÚBLICO

Além de considerar as reflexões presentes no capítulo 5, foi realizado um estudo, constituído em duas etapas, a fim de entender o público do presente trabalho, bem como suas necessidades acerca da divulgação científica de temas de ciências biológicas. A primeira etapa do estudo visou entender as necessidades de potenciais ambientes nos quais o produto poderia ser utilizado.

Portando um setor educativo que recebe visitas escolares de crianças de diversas faixas etárias, o Museu do Meio Ambiente do Jardim Botânico do Rio de Janeiro foi entendido como um desses potenciais ambientes. Em conversa com os mediadores do setor educativo, foram levantados nove assuntos, cujo setor apresenta necessidade de produtos para suas mediações com as crianças, sendo esses: a) trabalho do cientista; b) Darwinismo e evolução; c) camuflagem e mimetismo; d) paisagem; e) fototropismo; f) biodiversidade; g) dinâmica de moita; h) morfologia e hábitat.

Como dito por Bueno (2012), se a intenção da divulgação científica é formar e não apenas informar o público, este deve estar envolvido no processo, independente de sexo, cor ou idade. Dentro desse contexto, a segunda etapa consistiu em entender as curiosidades do público infantil sobre os temas propostos para a partir delas desenvolver o conteúdo.

Pensando, portanto, no modelo contextual de divulgação científica, foi feito contato com a equipe do podcast Scikids para solicitação de perguntas sobre ciências na área de ciências biológicas enviadas pelas crianças ouvintes do programa. Dentre as 186 perguntas, enviadas por crianças de 3 a 12 anos e cadastradas até a data de recebimento do arquivo, 22 de julho de 2019, 63 perguntas encaixaram-se na área de ciências biológicas, das qual 18 podem ser alocadas no tema “morfologia e hábitat”, 9 no tema “evolução e biodiversidade” e 1 no tema “camuflagem e mimetismo”.

6.1.1 Escolha do tema

Dentre as vantagens da narrativa seriada, está permitir que um mesmo produto explore diferentes temas a cada episódio, sem perder a continuidade da história ou até mesmo criando novas aventuras. Dessa maneira, esse formato se

encaixa bem na ideia do produto, pois possibilita abordar as perguntas das crianças separadamente em episódios distintos.

Para o episódio piloto proposto, foi escolhido o tema “evolução e biodiversidade”, pois, de forma indireta, perpassa os outros dois (morfologia e hábitat; camuflagem e mimetismo). Além disso, quando olhamos os estudos sobre a relação das crianças com a teoria evolutiva, percebemos que, apesar do interesse acerca do tema, as crianças apresentam dificuldades em conceitos chaves de evolução. Outra razão para a escolha do tema é expressada por Zook (1995) e Anderson (2007), ao afirmarem que o ensino da evolução é importante para desenvolver a compreensão da ciência e as operações mentais relativas a hábitos científicos.

Evans (2006), ao mapear como crianças estadunidenses de diferentes idades desenvolvem seus conceitos de evolução, identificou que crianças entre oito e 10 anos parecem aceitar bem alguns tipos de mudanças biológicas, embora a maioria delas aprovem a ideia de que os primeiros animais foram criados por alguém, sendo frequentemente deus este alguém. Segundo a pesquisadora, crianças entre 10 e 12 anos que tiveram contato com algum tipo de evidência das mudanças morfológicas de animais, como metamorfose, variações adaptativas e fósseis, parecem aceitar a teoria da evolução. Em contrapartida, aquelas com menos conhecimento sobre história natural e que frequentam escolas com ensino bíblico, parecem acreditar mais no criacionismo, principalmente em se tratando de mamíferos. Segundo Bizzo (2008), mesmo crianças/adolescentes entre 10 e 15 anos com contato cotidiano com fósseis apresentaram dificuldades no entendimento da teoria da evolução. Como apurado em seu estudo, o primeiro e principal motivo está na dificuldade em conceber o tempo geológico como tempo profundo. O segundo motivo está na aparente constância na morfologia das espécies, levando-os a correlacionar a fossilização de peixes, por exemplo, com o enterramento de peixes em açudes na época seca.

Ao analisarem como crianças brasileiras de 10 anos percebem questões relacionadas a teoria da evolução, Carletti e Massarani (2011) concluíram que a visão criacionista não é tão forte e foi observada apenas no grupo que residia em localidade com forte influência de religiões cristãs. Corroborando com Bizzo (2008), observaram que as crianças tiveram dificuldade em definir tempo geológico, embora tivessem boa noção de que os animais podem sofrer mudanças ao longo

do tempo. As crianças conhecem a palavra “evolução”, sabem utilizá-la, no entanto, parecem não compreender os conceitos que estão por trás da palavra. Para as pesquisadoras, a razão pode estar na ausência de contato formal com o ensino de evolução biológica – motivo inclusive para a escolha dessa idade – e, ao mesmo tempo, pelo acesso a informações provenientes de adultos, desenhos e até mesmo o jogo *Pokémon*. Observou-se também que as crianças apresentam uma visão de evolução individual e rápida, em vez de populacional e lenta, como se os processos evolutivos atuassem sobre o espécime e não sobre a população como um todo. Uma visão apresentada até menos nesse jogo.

Em comparação com os estudos supracitados, no documentário proposto, o tema foi desenvolvido para uma faixa etária inferior, sendo destinado a crianças de sete a 11 anos. No entanto, vale ressaltar, que a idade de nosso público não determina seu total desconhecimento sobre o assunto, visto que a pergunta chave utilizada foi enviada ao Scikids por uma criança de oito anos.

No que se refere a formação de conceitos e a imaginação infantil, o produto trabalha com a fase de *conceitos potenciais* e imaginação subjetiva iniciando sua objetividade, permitindo, portanto, a apresentação dos temas de forma mais complexa e próxima da realidade, não dependendo exclusivamente de analogias para chegar à compreensão.

6.2 CONSTRUÇÃO DO ROTEIRO

6.2.1 Pauta e formato

Para o desenvolvimento da pauta, foi levado em consideração o material disponibilizado pela equipe do Scikids, no qual 34 perguntas são sobre animais, aproveitando, portanto, o interesse faunístico das crianças. Dessa maneira, o trabalho teve como norte as perguntas “como a evolução funciona?” e “quantas espécies de todos os animais existem?”, por crianças de oito e 10 anos, respectivamente.

Futuyma (2002) foi essencial para o embasamento teórico sobre evolução, especificamente os capítulos “A origem e o impacto do pensamento evolutivo”, “Hereditariedade: fidelidade e mutabilidade”, “Estrutura populacional e deriva genética”, “Especiação” e “Adaptação”, além do artigo “How many species are there on earth and in the ocean?” de Mora *et al.* (2011). Para estipular um equilíbrio quanto a profundidade do tema para o público-alvo, foi consultado o texto “A teoria

sintética da evolução” da página-projeto desenvolvida por alunos do ensino médio da Escola Estadual Prof. Ascendino Reis, para a 1ª Feira Informática do Ascendino Reis (FIAR)³¹. Somente a partir desse material, foi elaborada uma pauta como elemento organizador do conteúdo (Apêndice). Por fim, os conceitos de evolução foram estruturados em um mapa conceitual em papel e, posteriormente, refeitos no software *CorelDRAW X8*.

A técnica escolhida para o produto foi o *storytelling* (ou contação de história), que segundo a definição de Xavier (2015, p. 10), “é a arte de elaborar e encadear cenas, dando-lhes um sentido envolvente que capte a atenção das pessoas e enseje a assimilação de uma ideia central”. Um dos princípios desse método é o uso de personagens para condução da narrativa, uma vez que esses são capazes de ser objetos de autoimagem do público e, por consequência, atuar em um componente essencial para a comunicação: a emoção. Ainda segundo o autor, a emoção é um dos polos para o estabelecimento de uma conexão, sem a qual não há boa comunicação. Qualificado por ela, o reforço da atenção gera maior profundidade que, por sua vez, resulta na capacidade de retenção daquilo que se comunica. De acordo com Joubert, Davis e Metcalfe (2019), na comunicação científica devemos ir além de apresentar fatos e evidências para criar conexões emocionais entre cientistas e públicos. Além disso, arco narrativo das histórias transmitem significado e podem mudar a maneira como as pessoas veem o mundo.

Posto isso, além da técnica de contação de histórias, o formato final aproxima-se do documentário expositivo com uma mistura de animação e *live-action*, porém, sem a clássica *voz over*.

6.2.2 Personagens

A adoção de personagens parece ser uma boa estratégia para a divulgação científica para o público infantil, visto que, de acordo com Borges *et al.* (2005), as crianças apresentam desejos de serem parecidos e terem os mesmos gostos, comportamentos, hábitos entre outros aspectos dos personagens de desenhos animados que acompanham. De maneira geral, quando as pessoas se identificam com personagens de uma história e os pontos de vista desses personagens

³¹ Disponível em < <https://web.archive.org/web/20111021143358/http://sti.br.inter.net/rafaas/biologia-ar/teoria.htm>>. Acesso em 17 Mar 2020.

ressoas seus próprios, as histórias podem mudar o comportamento e despertar o interesse de descobrir mais sobre um tópico específico (JOUBERT; DAVIS; METCALFE, 2020). É comum também vermos em desenhos animados a utilização de animais como personagens principais, ou como amigos destes, como forma de conscientização ambiental das crianças. Um exemplo são os filmes Rio e Rio 2, que tratam sobre biopirataria e desmatamento, respectivamente, por meio da história de Blu e Jade, duas araras-azuis (MATOS, 2019). Nesse contexto, pode-se supor o potencial desse recurso para sensibilização do público infantil também acerca de animais que não são de seu cotidiano e que, diferentemente das aves, um dos grupos faunísticos mais admirados pelo ser humano (DE ANDRADE, 1997), são vistos de maneira deturpada.

Dentre esses animais, destacam-se os morcegos. Sempre lembrados como animais indesejáveis e causadores de doenças, esses animais pertencentes a ordem Chiroptera são constantemente associados as trevas, morte e espíritos malignos. Os mitos e fantasias são comumente confundidos com curiosidades sobre esses animais gerando atitudes indevidas que variam desde maus tratos a tentativas de exterminá-los (ALVES, 1999 apud SILVA; MANFRINATO; ANACLETO, 2013; CAPPARROS; MAGALHÃES-JUNIOR, 2015). Especificamente entre as crianças, estudos vêm mostrando que, para esse grupo, os morcegos são animais sinônimos de repúdio e medo (SILVA; MANFRINATO; ANACLETO, 2013; SOUZA; MENDES; SANTORI, 2017). O estudo sobre as concepções de estudantes de Ensino Fundamental sobre morcegos, de Silva *et al.* (2013), mostrou ideias fantasiosas e distorcidas acerca dessa ordem e apontou como um dos causadores, a veiculação excessiva de informações extremamente negativas desses animais pela mídia.

Durante a pandemia do novo coronavírus, os morcegos também tem sido culpabilizados pela transmissão do SARS-CoV-2, responsável pela doença COVID-19, mesmo não havendo nenhum estudo categórico consensual que aponte uma conexão direta entre os morcegos e esse vírus (RAMOS PEREIRA; BERNARD; AGUIAR, 2020). Como resultado, relatórios apontam aumento de casos de perseguição, vandalismo e destruição de abrigos e de populações de morcegos ao redor do mundo desde o início da pandemia (FENTON *et al.*, 2020; ZHAO, 2020).

Por fim, partindo dos pontos apresentados, e tomando os devidos cuidados no que se refere aos estereótipos, foram criados dois personagens: Manu, a

pequena cientista amadora e Lep, uma morceguinha da espécie *Saccopteryx leptura* (Schreber, 1774). As descobertas em relação as suas indagações são mediadas pelo diálogo entre as duas, em uma narrativa que carrega o público por meio de recursos fotográficos.

Os desenhos dos personagens (Figuras 20 e 21) foram criados pela artista e atualmente graduanda em Artes e Design pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Tainah Martins^{32,33}. A ilustração de *S. leptura* foi realizada seguindo as características morfológicas da espécie (Figura 19).

Seguindo as orientações de Field (1982), após a escolha do estilo narrativo e do tema do episódio piloto, foi construída uma breve biografia da personagem principal, Manu, buscando assim conhecê-la, visto que a história será conduzida por ela e suas dúvidas. O nome escolhido para a personagem se deu por ser comum na cidade do Rio de Janeiro, principalmente a partir da década de 1990³⁴. Optei por não criar uma biografia da Lep para não aprofundar na antropomorfização da espécie, uma tendência comum nas representações de morcegos em livros infantis, segundo Capparros e Magalhães-Júnior (2015). Dessa maneira, Lep tem apenas o papel de mediação do conhecimento sobre a natureza.

Figura 19 – Espécie *Saccopteryx leptura*.



Fontes: A - Mammalian barcode of life (2019)³⁵. B - Smithsonian Tropical Research Institute (2019)³⁶.

³² Portfólio disponível em <<https://www.instagram.com/maginkk/>>. Acesso em 8 Dez 2019.

³³ Portfólio disponível em <<https://www.artstation.com/jazzsinger>>. Acesso em 8 Dez 2019.

³⁴ Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/nomes/#/search/response/479>>. Acesso em 20 Ago 2019.

³⁵ Disponível em <<http://www.mammaliabol.org/species.php?region=1&id=13325>>. Acesso em 20 Out 2019.

³⁶ Disponível em <<https://stricollections.org/portal/taxa/index.php?taxauthid=1&taxon=54181&clid=28>>. Acesso em 20 Out 2019.

6.2.3 Roteiro

O roteiro foi desenvolvido apenas após a realização de todos os processos anteriores. A pergunta “qual a diferença entre sapo, perereca e rã?”, enviada a equipe do Scikids por uma criança de quatro anos foi um dos norteadores para a escolha do exemplo dado durante o episódio. Além do fator citado, escolha das espécies trabalhadas também se deu devido à disponibilidade de fotografias de espécies da mata atlântica do banco de imagens do Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas, o laboratório da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) do qual as fotografias utilizadas na série documental originaram-se.

Após todas as etapas concluídas, foram selecionadas três imagens do BioCenas para ilustrar visualmente a ideia do documentário. A edição final para conter as personagens e suas respectivas falas, foi realizada utilizando o software *Adobe Photoshop CC*.

7. RESULTADO

7.1. AS PERSONAGENS

Manuela da Silva é uma menina de 10 anos, criada pela mãe, Dandara, e pela avó, Maria Magdalena. Moradora de uma das comunidades do Rio de Janeiro – Brasil, é filha única de mãe solo, curiosa, brincalhona e com alta facilidade de assimilar conhecimento. Sempre foi uma das primeiras da turma, apesar dos problemas da escola devido à violência que ocorre na comunidade. Dandara trabalha no centro e passa muito tempo fora de casa, então, quando não está na escola, Manu está em casa com a avó. Apesar de não ter terminado o equivalente ao ensino médio, vó Maria sempre lia livros com a neta e vendo seu interesse por animais, sua professora, Tia Paula, indicou o Livro Vermelho das Crianças³⁷ para a menina. O mundo se abriu para Manu após seu contato com o livro, queria saber mais e mais sobre os animais. Como uma criança curiosa, Manu deseja conhecer a natureza e os animais, saber porque alguns animais têm veneno e outros não; qual o animal mais resistente do mundo; ou como os passarinhos voam. No entanto, sua mãe está quase sempre cansada e não consegue sanar as inúmeras perguntas da menina. Em suas visitas aos fragmentos florestais da cidade,

³⁷ Disponível em <<https://livroaberto.ibict.br/handle/1/1056>>. Acesso em 20 Fev 2020.

conheceu Lep, uma morcega juvenil da espécie *Saccopteryx leptura* e que sempre ajuda Manu a entender a natureza.

Figura 19 – Ilustração da Manu em diferentes expressões.



Fonte: Tainah Martins (2019).

Figura 20 – Ilustração da Lep.



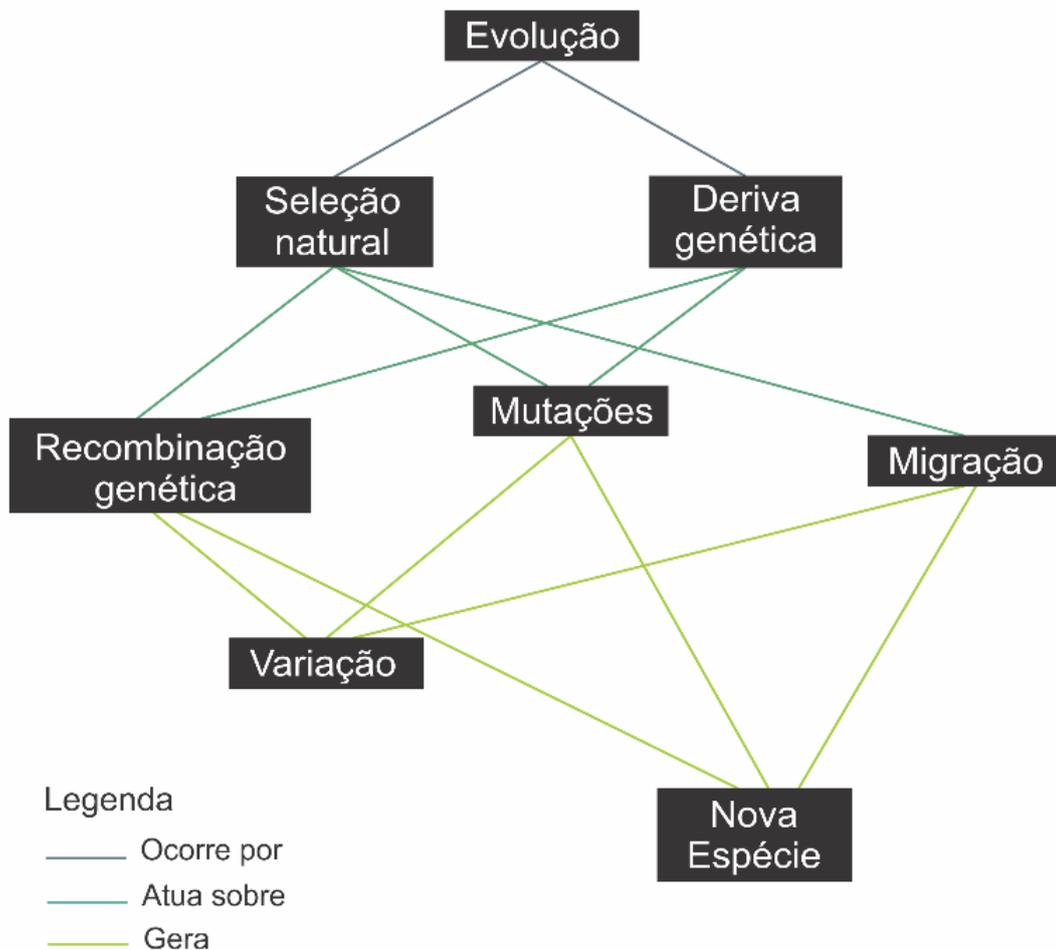
Fonte: Tainah Martins (2019).

7.1.ROTEIRO

Embora a estruturação do conteúdo em mapa conceitual (Figura 21) contenha os principais conceitos que explicam a evolução, o roteiro não aborda a deriva genética e a migração devido ao tempo máximo estipulado para o episódio.

Com estilo narrativo expositivo, sem o recurso característico de *Voz Over*, e em formato de storytelling, apresento a seguir o roteiro criado para o piloto da série. Logo abaixo, para fins de ilustração, apresento, em imagens, três partes deste episódio (Figuras 24, 25 e 26).

Figura 21 – Mapa conceitual sobre evolução elaborado na fase pré-roteiro.



Fonte: A Autora (2020).

EPISÓDIO 1: Como funciona a evolução?

DURAÇÃO: 4 minutos

ROTEIRO:

EXT. FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA DO RIO DE JANEIRO – TARDE

Mostra-se a mata fechada em um dia ensolarado. Diversas imagens das árvores, com diferentes enquadramentos (*vocalização de pássaros, som galhos se mexendo...*).

Aparece um *Dacnis cayana* (*vocalização de fundo correspondente ao pássaro*).

MANU

(*surpresa*) Olha que fofo!

De repente, aparece uma família de macacos (*vocalização de fundo correspondente às espécies*).

Pela copa das árvores, o sol entra na mata e ilumina folhas de arbustos e herbáceas.

Mostra-se borboletas pousadas em folhas.

MANU

(*suspiro*) Há muitos animais e plantas aqui... Muito mais do que nos meus livros...

MANU encontra uma rã camuflada numa folha (*vocalização de fundo correspondente à espécie*).

MANU

(*surpresa*) Aaaaah, que gracinha! Tão pequenininha...

(*som de folhas balançando*)

Mostra-se a copa das árvores. De repente (*no canto superior da tela*), LEP aparece.

LEP

“Gracinha” porque não come o seu lanche, Manu...

MANU

Oi, Lep!

Em uma folha, há um grupo de formigas.

MANU

Mas há muitas formigas, vocês podem dividir o lanche... existem muitas

formiguinhas lá em casa e aqui!

No cantinho, uma aranha tece sua teia e próximo ali, uma lagarta come pacientemente uma folha.

MANU

Se a gente olhar bem, vai encontrar bicho em todos os cantinhos daqui, né?

Entre as plantas há um percevejo e em um galho há cochonilhas.

MANU

Desde insetos...

Um pequeno caracol se locomove lentamente sobre um galho e um esquilo come um fruto em cima de uma árvore.

MANU

... caracóis e até mesmo mamíferos!

Outro ângulo da floresta, com suas diversas árvores, retorna ao fundo do diálogo entre as amigas (*vocalizações de pássaros ao fundo*).

MANU

Como pode existir tantas espécies assim?

LEP

O que melhor explica essa realidade é a evolução, Manu. Por isso ela é chamada de “teoria”.

MANU

E como funciona a evolução, Lep?

LEP

Ela ocorre principalmente pela “seleção natural”.

MANU

O que é isso?

LEP

É uma pressão da natureza que atua sobre todos os seres vivos e favorece as características que dão certa vantagem ou que pelo menos não causa nenhuma desvantagem.

MANU

Como assim?

LEP

Vou te dar um exemplo... Sabe aquela rã que você viu antes?

MANU volta a olhar para o animal na folha.

LEP

A cor dela faz com que, no meio das folhas, ela fique camuflada, ou seja, escondida e os predadores não a veem. Mas esse é apenas um dos exemplos, há outros desafios na natureza, como conseguir comida, se reproduzir...

Mostra-se outra fotografia da mesma espécie.

MANU

E essa rã ficou dessa cor para não ser comida?

LEP

Não, a espécie não escolheu ficar assim. A cor dela apareceu por acaso, por “mutação”, ou seja, mudanças no DNA, ou por “recombinação gênica”, que causa novas combinações no DNA. Esses processos que acontecem dentro do corpo dos seres vivos podem causar diferentes mudanças físicas, como a cor da rã, os discos adesivos nas pontas dos dedos das pererecas e as glândulas de veneno dos sapos.

À medida que LEP cita, foca-se nos dígitos da perereca que está no galho, depois nas glândulas de veneno do sapo e volta-se o olhar para a rã.

MANU

Então as rãs que não tinham essa cor foram predadas por outros animais enquanto as que ficavam camufladas não?

LEP

Exatamente. As rãs que sobreviveram se reproduziram e geraram descendentes que também tinham essa cor, mantendo essa variação da espécie na população.

MANU se lembra das fotos de reprodução de rãs e dos ovos.

LEP

Ahm... Manu, preciso ir... minha mãe tá me procurando...

Durante a fala de MANU, mostra-se todos os animais presentes no episódio.

MANU

Tá bom... E eu vou contar para mamãe e vovó que podem existir mais de 7 milhões de animais no mundo todinho por causa da evolução, porque a seleção natural atua sobre os animais e se suas características, geradas pelas mutações e recombinações genéticas, ajudarem eles a sobreviverem, eles vão se reproduzir e passar elas “pros” filhotes, aí com um montão de tempo, além das variações, novas espécies vão surgindo.

(suspiro de alívio) Ufa!

Volta-se a fotografia de todo o ambiente.

LEP

(risada) Você aprendeu direitinho, Manu.

MANU

(risada) Entender ciências às vezes pode ser difícil, mas nuuuunca impossível!

FIM.

Figura 22 – Imagem ilustrativa de parte da cena do primeiro episódio: Manu comenta sobre a espécie *Dacnis cayana*.



Fonte: fotografia de Antonio Carlos de Freitas, BioCenas – UERJ; Edição da Autora (2020).

Figura 23 – Imagem ilustrativa de parte da cena do primeiro episódio: exemplar de uma espécie não identificada enquanto Lep comenta sobre os fungos.



Fonte: fotografia de Karen dos Santos Toledo, BioCenas - UERJ; Edição da Autora (2020).

Figura 24 – Imagem ilustrativa de parte da cena do primeiro episódio: espécie da subfamília Lamiinae em parte da fala de Manu.



Fonte: fotografia de Antonio Carlos de Freitas, BioCenas – UERJ; Edição da Autora (2020).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho mostro que a fotografia e o documentário sempre estiveram presentes nas ciências e na divulgação científica e que, quando olhamos para o público infantil, essa realidade muda. A partir disso, com o auxílio dos mais diversos olhares e resultados de outras pesquisas, acrescento, por meio desse trabalho, minhas contribuições para o campo da produção de documentários de divulgação científica para crianças. Embora limitadamente, busco também criar um conteúdo que se encontre em consonância com o interesse das crianças e que também se direcione ao desenvolvimento das funções superiores.

A série documental “As aventuras científicas de Manu” nasce de tais reflexões, permitindo entregar às crianças uma maneira didaticamente complexa, embora simplificada, de entender questões de ciências biológicas como a interessante teoria da evolução. Posso dizer que a proposta inicial foi alcançada, mas como um produto calcado no modelo contextual, e pretendendo atingir também o modelo de engajamento público, entendo que somente saberei exatamente o quão adequado se encontra o roteiro do piloto quando meu público o avaliar. Dessa maneira, o presente trabalho representa apenas o início de uma grande jornada, na qual os próximos passos serão produzir o episódio piloto junto ao Núcleo de Fotografia Científica Ambiental – BioCenas e ser capaz de testá-lo.

Por fim, dada a lacuna na produção de documentários de divulgação científica para crianças e, conseqüentemente, a escassez em estudos acerca do tema, considero este trabalho como um pontapé inicial acerca dos temas. Com isso, pontuo que ainda há muito a ser feito e que as reflexões presentes nesse estudo necessitam ser testadas por outros, a fim de construirmos juntos melhores produtos para esse público. Afinal, esta lacuna precisa ser preenchida não apenas quantitativamente, mas principalmente qualitativamente.

9. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Silva Alves de. A divulgação científica para as crianças: análise comparativa entre os textos das revistas *Recreio e Ciência Hoje das Crianças*. **III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, p. 1–12, 2012.

ANDERSON, Ronald D. Teaching the theory of evolution in social, intellectual, and pedagogical context. **Science education**, p. 664-667, 2007.

BAALBAKI, Angela Corrêa Ferreira. **A revista Ciência Hoje das Crianças e o discurso de divulgação científica: entre o ludicismo e a necessidade**. 2010. Tese (Doutorado em Letras). Universidade Federal Fluminense, Instituto de Letras, 2010.

BARBOSA, Leila Cristina Aoyama; BAZZO, Walter Antonio. O uso de documentários para o debate Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em sala de aula. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 15, n. 3, p. 149–161, 2013.

BARCELOS, Janine; GOMES, Suely; OLIVEIRA, Frederico. Análise eyetracking do uso da fotografia na divulgação científica. **Em Questão**, v. 24, n. 2, p. 83, 2018.

BIOCENAS. **BioCenas - Fotografia científica ambiental**. Disponível em: http://www.ibrag.uerj.br/images/imagens_site/mat_did/pot_biocenas/portifolio_biocenas.pdf. Acesso em: 28 Fev. 2020.

BIZZO, Nélio. A percepção das crianças sobre fenômenos evolutivos: o que pensam jovens que se deparam com fósseis todos os dias? IN: MASSARANI, Luisa (Eds.), **Ciência e criança: a divulgação científica para o público infanto-juvenil**, Rio de Janeiro, Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, 2008.

BODART, Cristiano das Neves. Fotografia como recurso didático no ensino de sociologia. **Em Tese**, v. 12, n. 2, p. 81, 2015.

BORGES, Marília Dammski; ARANHA, José Marcelo; SABINO, José. A fotografia de natureza como instrumento para educação ambiental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 16, n. 1, p. 149–161, 2010.

BROSSARD, Dominique; LEWENSTEIN, Bruce V. A Critical Appraisal of Models of Public Understanding of Science: Using Practice to Inform Theory. IN: KAHLOR, L.; STOUT, P. (Eds.), **Communicating Science: New Agendas in Communication**. New York: Routledge p. 11-39, 2010.

BRUNER, Jerome. Vygotsky's zone of proximal development: The hidden agenda. **New Directions for Child and Adolescent Development**, v. 1984, n. 23, p. 93–97, 1984.

BUCCHI, Massimiano. Of deficits, deviations and dialogues: Theories of public communication of science. IN: BUCCHI, Massimiano; TRENCH, Brian (Eds.),

Handbook of public communication of science and technology. New York: Routledge pp. 57-76, 2008.

BUENO, Christiane Cardoso. **Imagens de crianças, ciências e cientistas na divulgação científica para o público infantil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Divulgação Científica e Cultural). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, 2012.

CALIXTO, Camila. **Lar Doce Aqui, Lar Doce Lá: o docudrama como forma de representar a vida do estudante universitário de Viçosa.** Monografia (Bacharelado em Jornalismo), Universidade Federal de Viçosa, 2014.

CAMPOS, Alexandre Freitas. **Cotidiano, imaginário e o discurso da ciência na série de TV Cosmos.** Dissertação (Mestrado em Mídia e Cotidiano). Universidade Federal Fluminense, 2019.

CARLETTI, Chrystian; MASSARANI, Luisa. O Que Pensam Crianças Brasileiras Sobre a Teoria da Evolução? **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p.205-223, 2011.

CARRELLI, Felipe Sá Silva. **Planeta Perdido: um docugame para a divulgação de astronomia.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência), Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. Museu da Vida; Universidade Federal do Rio de Janeiro. Casa da Ciência; Fundação CECIERJ; Museu de Astronomia e Ciências Afins; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2019.

CASTELFRANCHI, Yuri; MANZOLI, Federica; GOUTHIER, Daniele; CANNATA, Irene. O cientista é um bruxo? Talvez não: Ciência e cientistas no olhar das crianças. IN: MASSARANI, Luisa (Eds.), **Ciência e criança: a divulgação científica para o público infanto-juvenil**, Rio de Janeiro, Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, 2008.

COUTO, Heloísa Helena O. de Magalhães; REZENDE FILHO, Luiz Augusto. Documentário de Divulgação Científica em tempos de redes sociais e cibercultura. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** 2011. Disponível em <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0917-1.pdf>. Acesso em 27 fev. 2020.

CRISPINO, Luís Carlos Bassalo; DE LIMA, Marcelo Costa. A teoria da relatividade de Einstein apresentada para a Amazônia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, 2016.

DA SILVA, José Luiz; SILVA, Débora Antonio da; MARTINI, Cleber; DOMINGOS, Diane Cristina Araújo; LEAL, Priscila Gonçalves; BENEDITTI-FILHO, Edegar; FIORUCCI, Antonio Rogério. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. **Química nova na escola**, vol. 34, n 4, p. 189-200, 2012.

EVANS, E. Margaret. Intuition and Understanding: How Children Develop Their

Concepts of Evolution. ASTC Dimensions, p. 11-12, 2006.

DER VEER, Renné Van; VALSINER, Jaan. **Vygotsky - Uma síntese**. São Paulo, 2001.

FENTON, M. Brock; MABUREKA, Samira; TSANG, Susan M.; SIMMONS, Nancy B.; BECKER, Daniel J. COVID-19 and threats to bats. **Facets**, v. 5, p. 349–352, 2020.

FIELD, Syd. **Manual do roteiro**, 1982.

FREIRE, Ana Catarina Chagas de Mello; MASSARANI, Luisa. A cobertura de ciência para crianças: um estudo de caso em dois jornais brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 101–126, 2012.

FREISLEBEN, Alcimar Paulo Freisleben; KAERCHER, Nestor André. A linguagem fotográfica como recurso metodológico no ensino de geografia. **Revista de Ensino de Geografia**, v. 7, n. 12, p. 114–130, 2016.

GASPAR, Alberto. **Museus e centros de ciências - conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese (Doutorado em Didática), Universidade de São Paulo, 1993.

GAUDENZI, Sarah. **The Living Documentary: from representing reality to co-creating reality in digital interactive documentary**. Tese (Doutorado em Filosofia), University of London, 2013.

GARZA, Guadalupe Zamarrón. Primeiros passos da revista *Chispa*. IN: MASSARANI, Luisa (Org.), **O pequeno cientista amador: a divulgação científica e o público infantil**, Rio de Janeiro, UFRJ/Casa da ciência, FIOCRUZ, 2005.

GOUVÊA, Guaracira. A revista *Ciência Hoje das Crianças* e práticas de leituras do público infantil. IN: MASSARANI, Luisa (Org.), **O pequeno cientista amador: a divulgação científica e o público infantil**, Rio de Janeiro, UFRJ/Casa da ciência, FIOCRUZ, 2005.

IVIC, Ivan. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

JARDIM, Marla Estela; PERES, Marília; COSTA, Fernanda Madalena. Imagens Do Século Xix : Fotografia Científica. **As imagens com que a ciência se faz**, n. 1858, p. 223–244, 2011.

JESUS, Rosane Meire Vieira. Escola e Documentário: uma relação antiga. **Revista HISTEDBR**, n. 32, p. 233-242, 2008.

JOUBERT, Marina; DAVIS, Lloyd; METCALFE, Jenni. Storytelling: the soul of science communication, **Journal of Science Communication**, v. 18, n. 5, p. 1– 5, 2019.

KLEIN, Tânia Aparecida da Silva; LABURÚ, Carlos Eduardo. Imagem e ensino de Ciências: análise de representações visuais sobre DNA e Biotecnologia segundo a retórica da conotação. **Anais VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009

LIN, Sue-Jen. Perceived Impact of a Documentary Film: An Investigation of the First-Person Effect and Its Implications for Environmental Issues. **Science Communication**, v. 35, n. 6, p. 708–733, 2013.

MASSARANI, Luisa. Apresentação. IN: MASSARANI, Luisa (Org.), **O pequeno cientista amador: a divulgação científica e o público infantil**, Rio de Janeiro, UFRJ/Casa da ciência, FIOCRUZ, 2005.

MATOS, Rivanna Maria Figueredo de. A ética ambiental nos filmes de animação: reflexões sobre “Rio” e “Rio 2”. **Revista Livre de Cinema**, v. 6, n. 1, p. 122–135, 2019.

MAUAD, Ana Maria. Através da imagem: fotografia e história interfaces. **Tempo**, v. 1, n. 2, p. 73–98, 1996.

MARTÍN, Bruno. Imagem de buraco negro prova (mais uma vez) que Einstein estava certo. **El País**. Madri, 11 abril 2019. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/04/10/ciencia/1554891419_402732.html. Acesso em: 29 fev. 2020.

MELO, Mayara Soares de; SILVA, Roberto Ribeiro da. A interação entre conceitos cotidianos e científicos no ensino do tema atmosfera. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1–9, 2017.

MELO, Victor Andrade. A presença do esporte no cinema: de Étienne-Jules a Leni Reifenstahl. **Revista Brasileira de Educação Física Esportiva**, v. 19, n 2, p 115-125, 2005.

MESSAS, Yuri Fanchini. Fotografia Científica Ambiental: uma perspectiva biológica. **Revista de Fotografia Científica Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 65–79, 2017.

MILLER, Steve. Os cientistas e a compreensão pública da ciência. IN: MASSARANI, Luisa; TURNEY, Jon; MOREIRA, Ildeu de Castro (Eds.), **Terra Icôgnita: a interface entre ciência e público**. p. 115-132, 2005.

MORA, Camilo. TITTENSOR, Derek P.; ADL, Sina; SIMPSON, Alastair G. B.; WORM, Boris. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? **PLoS Biology**, v. 9, n. 8, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e Diagramas V**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO>. Acesso em 05 Mar 2020.

_____ ; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino do método

científico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, p. 108–117, 1993.

NICHOLS, Bill. **Introdução ao documentário**. Papirus, Campinas, 2005.

PAPALIA, Diane E.; OLDS, Sally Wendkos; FELDMAN, Ruth Duskin. **Desenvolvimento humano**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PEDRINI, Alexandre; COSTA, Érika Andrade; GHILARDI, Natalia. Percepção ambiental de crianças e pré-adolescentes em vulnerabilidade social para projetos de educação ambiental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 16, n. 1, p. 163–179, 2010.

PEREIRA, Aldo Aoyagui Gomes; DOMINGUES, Silmara Rodrigues; DE CARVALHO, Aline Rodrigues. O documentário de divulgação científica: tipos e potencialidades de uso no ensino de ciências. **Comunicações**, v. 26, n. 1, p. 241, 2019.

PREZOTTI, Lorena; CALLISTO, Marcos. A utilização da fotografia em educação ambiental. **Presença Pedagógica**, v. 8, n. 44, p. 64–67, 2002.

RAMOS, Fernão Pessoa. Mas afinal... O que é mesmo documentário? 1ª ed. São Paulo: SENAC Editora, 2008.

RAMOS, Flávia Brocchetto; ROSA, Marcelo Prado Amaral. Introdução da Ciência na infância: o caso da série “De onde vem?” **Conjectura: filosofia e educação**, v. 18, n. 3, p. 41–59, 2013.

RAMOS PEREIRA, Maria João; BERNARD, Enrico; AGUIAR, Ludmilla M. S. Bats and COVID-19: villains or victims? **Biota Neotropica**, v. 20, n. 3, p. 1–4, 2020.

REID, Grace. The television drama- documentary (dramadoc) as a form of science communication. *Public Understanding of Science*, v. 21 n. 8, p. 984 –1001, 2011.

ROCHA-FILHO, Romeu C.; TOLENTINO, Mário; SILVA, Roberto R.; TUNES, Elizabeth; SOUSA, Emilio C. P. D. Ensino de conceitos em Química. III. Sobre de conceitos de substância. **Química Nova**, v. 11, n. 4, p. 417-419, 1988.

ROSENBLUM, Naomi. **A world history of photography**. 3ª ed. New York: Abbeville Press, 1997.

SANTOS, Carla Borges de Andrade Juliano dos; TRINCHÃO, Gláucia Maria Costa. 1980 / 1990 – Infâncias seduzidas pelos desenhos animados: implicações comportamentais sobre a formação da imagem corporal. **Anais de congresso da Faculdade de Educação Física**, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

SCHNELL, Rogério. O uso da fotografia em sala de aula palmeira: espaço urbano, econômico e sociabilidades – a fotografia como fonte para a história – 1905 a 1970. **Revista Latino-Americana de História**, v. 2, n. 6, p. 421–430, 2013.

SCHWARZ, Maria Luiza; SEVEGNANI, Lúcia; ANDRÉ, Pierre. Representações da

mata atlântica e de sua biodiversidade por meio dos desenhos infantis. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 369-388, 2007.

SILVA, Roberto R.; ROCHA-FILHO, Romeu C.; TUNES, Elizabeth; TOLENTINO, Mário. Ensino de conceitos em Química. II. Matéria: um sistema conceitual quanto à sua forma de apresentação. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 2028-2030, 1986.

SILVA, Sérgio Gomes da; MANFRINATO, Márcia Helena Vargas; ANACLETO, Teresa Cristina da Silveira. Morcegos: percepção dos alunos do Ensino Fundamental 3º e 4º ciclos e práticas de Educação Ambiental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, n. 4, p. 859–877, 2013.

SIQUEIRA, Denise da Costa Oliveira. Superpoderosos, submissos: os cientistas na animação televisiva. IN: MASSARANI, Luisa (Org.), **O pequeno cientista amador: a divulgação científica e o público infantil**, Rio de Janeiro, UFRJ/Casa da ciência, FIOCRUZ, 2005.

SOUZA, Raíssa de Figueiredo; MENDES, Regina Rodrigues Lisboa; SANTORI, Ricardo Tadeu. Percepção ambiental sobre os morcegos: uma pesquisa com alunos do Ensino Fundamental I. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1–10, 2017.

TING, Steven Tze Ching. **The Narrative Structure of Science Documentaries** Dissertação (Mestrado em Science Communication), University of Otago, 2011. Disponível em <<https://ourarchive.otago.ac.nz/handle/10523/1803>>. Acesso em 01 Mar 2020.

TOLENTINO, Mário; SILVA, Roberto R.; ROCHA-FILHO, Romeu C.; TUNES, Elizabeth Ensino de conceitos em Química. I. Matéria: Exemplo de um sistema de conceitos científicos. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 10, p. 1721-1724, 1986.

TOSAR, Bojar. Assim se ‘fotografa’ um buraco negro. **El País**. 11 abril 2019. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/04/10/ciencia/1554906802_123817.html>. Acesso em: 29 fev. 2020.

TOULMIN, Stephen. The Mozart of Psychology. **The New York Review of Books**. n. 28, 1978.

TUNES, Elizabeth; TOLENTINO, Mário; SILVA, Roberto R.; OUSA, Emilio C. P. D.; ROCHA-FILHO, Romeu C. Ensino de conceitos em Química. IV. Sobre a estrutura elementar da matéria. **Química Nova**, v. 12, n. 2, p. 199-202, 1989.

VAN DIJCK, José. Picturizing science – The science documentary as multimedia spectacle. **International Journal of Cultural Studies**, v. 9, n. 1, p. 5–24, 2006.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; CARLETTO, Marcia. Por que e para quê ensinar ciências para crianças. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. 1º ed. Editora Ridendo Castigat Mores, p. 94, 2001.

_____. **Imaginação e Criatividade na Infância. Ensaio de Psicologia**. 1º ed. Dinalivro, p. 159, 2012.

WIETH, Stephany Hepp. **As potencialidades pedagógicas da fotografia como interface entre mídias e tecnologias no ensino e na aprendizagem da biologia**. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Pelotas, 2015.

XAVIER, Adilson. **Storytelling Historias que deixam marcas**. p. 271, 2015.

ZHAO, Huabin. Covid-19 drive new threat to bats in China. **Science** v. 367, p. 1436, 2020.

ZOOK, Douglas. Confronting the Evolution Education Abyss. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32 n. 2, p.1111-1120, 1995.

ZUTIM, Sueli. **Notícia virtual: um olhar sobre a linguagem imagética**. (Dissertação de mestrado) Universidade Estadual Paulista, 2009.

APÊNDICE

Pauta: Quantos animais têm no mundo?

(Episódio 1: Como a evolução funciona?)

Essa é ainda uma pergunta difícil. Cientistas ainda não conseguem responder com precisão o número de espécies existentes até hoje, pois todos os anos centenas de novas espécies são descobertas e ainda parece longe de chegar ao fim. Dessa forma, pesquisadores fizeram um estudo estatístico, estimando cerca de 8 milhões e 750 mil espécies no total, das quais 7 milhões e 770 mil seriam apenas animais.

Muito né? Diante dessa informação, uma das perguntas que vem em mente é: como isso é possível? Nesse caso, temos uma resposta que pode explicar bem essa diversidade de espécies. Na natureza, existe uma pressão que favorece certas características e desfavorece outras, selecionando as características mais adaptadas ao ambiente. Esses indivíduos chegarão a fase adulta e reprodutiva, se reproduzirão e passarão tais características para seus filhotes, perpetuando a espécie. Esse processo é chamado seleção natural. Há ainda eventos aleatórios que ocorrem na natureza, como caça, separação de continentes ou mesmo queda de um meteoro, capazes de reduzir uma população ou separar em subpopulações isoladas, mantendo genótipos sem intencionalidade. Esse processo é chamado deriva genética. Após o evento, a seleção natural continuará a atuar sobre a espécie. As semelhanças funcionais são reconhecidas como convergência evolutiva, porque mostram como a seleção natural pode atuar sobre espécies pouco aparentadas, levando-as a desenvolverem semelhanças funcionais que melhor as adaptam ao meio. Como, por exemplo, aves e morcegos.

Indivíduos de uma espécie podem sofrer mutações, aumentando a variabilidade genotípica e fenotípica. Caso essa mutação ocorra em células gaméticas, ela será hereditária. Além disso, indivíduos podem também sofrer recombinação gênica durante a meiose, gerando uma variação genotípica que pode também ser fenotípica. Essa nova variação estará exposta a ação da seleção natural e caso não apresente desvantagens na luta pela sobrevivência, deixará descendentes férteis e passará as novas características para seus filhotes. Outro fator que influencia a variabilidade é a migração. Se uma população é separada em

pequenas subpopulações, relativamente isoladas uma das outras, a atuação da deriva genética e da seleção natural em cada uma delas levará a diferenciação. Esta, por sua vez, sob a atuação da seleção natural, dependendo do grau de isolamento, pode levar a especiação.