



O imagético-verbal como expediente pedagógico para as abordagens dos legados de Graziela Barroso e Maria Merian

The verbal and imagery combination as a pedagogical expedient for approaches to the legacies of Graziela Barroso and Maria Merian

Dayanne Maria Damasceno^{1,*}, Maria Amélia Monteiro², Jenner Barretto Bastos Filho³

1.Universidade Federal de Alagoas/Secretaria de Educação – Escola Maria Augusta Silva Melo – Olho d'Água das Flores (AL), Brasil.

2.Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Dourados (MS), Brasil.

3.Universidade Federal de Alagoas – Instituto de Física - Maceió (AL), Brasil.

*Autor correspondente: dayanne_damasceno@hotmail.com

Editores de Seção: Elton Casado Fireman e Ivanderson Pereira da Silva

Recebido: 22 Ago. 2023 | Aprovado: 22 Dez. 2023

Como citar: DAMASCENO, Dayanne Maria; MONTEIRO, Maria Amélia; BASTOS FILHO, Jenner Barretto. O imagético-verbal como expediente pedagógico para as abordagens dos legados de Graziela Barroso e Maria Merian. *Ensino & Multidisciplinaridade*, São Luís, v. 9, n. 2, e1923, 2023. <https://doi.org/10.18764/2447-5777v9n2.2023.19>

RESUMO

Procedemos com uma avaliação da atitude que consiste em lançar mão das imagens enquanto expediente cognitivo pedagogicamente relevante para o ensino das ciências. Argumentamos que os ensinamentos das diversas ciências empíricas requerem, ou podem requerer, diferentes graus de abstração. Isso é verdadeiro até mesmo no seio de uma mesma ciência quando confrontamos dois ou mais de seus ramos. Sobre a questão de uma imagem, até mesmo uma imagem consolidada em um dado ramo de uma dada ciência, pode ou não se constituir em obstáculo epistemológico em algum outro de seus ramos, diríamos que a complexidade da questão não comporta uma resposta que seja universalmente inequívoca. Argumentamos que a mente humana é capaz de acomodar duas ou mais representações paradigmáticas - quer sejam verbais, imagéticas ou híbridas - ainda que essas ensejem controvérsias. A posição extrema de Dirac que consiste na recomendação de se evitar imagens, no campo da mecânica quântica, é confrontada com as atitudes de duas cientistas de épocas distintas no campo das ciências da vida, Graziela Barroso e Maria Merian. Concluímos que a atitude que consiste em se lançar mão de imagens, não constitui obstáculo epistemológico algum, quando a compreensão é legitimamente perseguida no ensino das ciências.

Palavras-chave: Linguagem imagético-verbal. Graziela Maciel Barroso. Maria Sibylla Merian.

ABSTRACT

We carried out an evaluation of the attitude that consists of using images as a pedagogically relevant cognitive tool for science teaching. We argue that the teachings of the various empirical sciences require, or may require, different degrees of abstraction. This is true even within the same science when we confront two or more of its branches. On the question of an image, even an image consolidated within a given branch of a given science, may or may not constitute an epistemological obstacle in some other of its branches, we would say that the complexity of the question does not give rise to a response that is universally unequivocal. We argue that the human mind can accommodate two or more paradigmatic representations - whether verbal, imagery, or hybrid - even if these give rise to controversy. Dirac's extreme position, which consists of the recommendation to avoid images, in the field of quantum mechanics, is confronted with the attitudes of two scientists from different eras in the field of life sciences, Graziela Barroso and Maria Merian. We conclude that the attitude that consists of making use of images does not constitute any epistemological obstacle when understanding is legitimately pursued in science teaching.

Keywords: Imagery-Verbal Language. Graziela Maciel Barroso. Maria Sibylla Merian.

INTRODUÇÃO

O objetivo do trabalho é refletir sobre a linguagem imagética enquanto expediente cognitivo e, como tal, constituindo-se também em expediente pedagogicamente profícuo para potencializar a aprendizagem no campo do ensino das ciências, notadamente articulada com a linguagem verbal.

O foco do trabalho desenvolvido é o ensino da Botânica para o qual trazemos à baila as contribuições de duas mulheres cientistas de diferentes épocas. A primeira é Graziela Maciel Barroso (1912-2003) considerada na literatura como a primeira-dama da Botânica no Brasil, tendo atuado durante o século XX, em instituições brasileiras. A segunda, Maria Sibylla Merian (1647-1717), atuou durante a transição entre os séculos XVII e XVIII, tanto na Europa quanto no Suriname (Guiana Holandesa). O fato de serem mulheres cientistas de tempos diferentes revela-se, ademais, como um motivador para ser explorado em seus próprios contextos histórico-sociais. Muito provavelmente, o confronto diacrônico entre esses contextos ensejou potencialidades para as nossas análises.

Partimos do pressuposto de que as imagens que formamos sobre as coisas do mundo são necessárias para as diversas atividades que desempenhamos. Se por imaginação, entendermos pelo conjunto de todas as imagens que viermos a formar sobre as coisas do mundo, então, podemos concluir, pelas nossas próprias experiências peculiares, que não podemos viver sem auxílio de nossa imprescindível imaginação.

Em uma famosa entrevista concedida a George Sylvester Viereck, em 26 de outubro de 1929, ao ser indagado sobre como havia chegado às suas ideias, Einstein respondeu: “Sou artista o suficiente para inspirar-me livremente na minha imaginação. A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado. A imaginação abrange o mundo inteiro¹.” (Einstein, *apud* Isaacson, 2007, p. 397)

Reparemos que no excerto precedente, Einstein se atribui a condição de artista ao confiar na sua imaginação para fazer ciência, o que pode ser aqui livremente interpretado como uma orientação peculiar sua, a qual revela uma concepção de mundo de clara aproximação entre arte e ciência.

PERSPECTIVAS SOBRE O PAPEL DA IMAGEM NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Em primeiro lugar, é necessário saber a qual ciência nos referimos. Se concordarmos que cada ciência contém seu próprio nível de abstração, então, as respostas podem diferir. Podemos dizer, ademais, que mesmo que foquemos análise em uma dada ciência específica, é muito provável que os campos de abordagens conceituais que a compõem possam exibir diferentes graus de abstração e, por conseguinte, diferentes níveis de representação pictórica.

Na grande maioria das vezes, os livros didáticos exibem imagens e os seus autores são habitualmente instados a considerar o recurso imagético como expediente pedagógico importante. A imagem ajuda a compreensão e um tal ponto de vista está largamente internalizado nas mentes de professores e estudantes. No entanto, é possível que as imagens possam de alguma maneira se constituírem em obstáculos epistemológicos para a compreensão de novos conhecimentos.

Antes de contemplarmos esse importante panorama e tendo em mente estabelecer um confronto^{2,3} entre física e biologia, e mais especificamente, entre Física e Botânica, vejamos algumas considerações preliminares. No que concerne ao ensino de física, Moreira (2011) se debruçou sobre algumas das causas do malogro do ensino médio de física cujos professores partem de considerações meramente baseadas em uma divisão da mecânica em cinemática, estática e dinâmica e em linha de continuidade praticam exercícios que fazem uso de um amontoado de fórmulas destituídas de significação para os estudantes, constituindo-se isso tudo em uma aprendizagem predominantemente instrumental e como tal, inconsistente e efêmera.

1 Em uma tradução em inglês: [...] *Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.*

2 Pode, à primeira vista, parecer estranho, que optemos por um confronto entre duas ciências tão diferentes quanto física e botânica. No entanto, argumentamos que esse confronto é enriquecedor justamente por essa diferença. Na comunidade de ensino de física, há uma enfática recomendação protagonizada, por exemplo, pelo prof. Marco Antônio Moreira (ver citação no texto central deste artigo) de que os professores e estudantes não devem lançar mão de imagens pictóricas que foram didaticamente relevantes em um domínio macro quando passamos para um domínio micro da realidade.

3 Diferentemente da recomendação explicitada na nota de rodapé precedente relativa ao ensino de física, no que concerne ao ensino de botânica uma recomendação análoga, tanto quanto saibamos, não existe.

Em contraposição a um oceano de fórmulas, com as quais estudantes e professores se deparam em um contexto de um ensino inconsistente do gênero, Moreira (2011) argumenta em prol de um ensino firmemente ancorado em conceitos e em conceitualização e assim, conecta os seus argumentos a de outros autores como Fodor (1998), Mayr (1998), Toulmin (1972) e Verghnaud (1990). Assevera Moreira (2011) que um ensino baseado em conceitos e em conceitualizações, e que assume um viés epistemológico, terá maiores condições de ensinar o exercício da crítica do que, evidentemente, um ensino meramente baseado em manipulação de fórmulas para as quais os estudantes, e até mesmo os professores que o praticam, não enxergam qualquer significação.

Assumindo uma tal adoção fundamentalmente conceitual teremos também, por conseguinte, um ensino que seja capaz de propiciar uma atualização de temas da física moderna e que, além disso, se distancie de uma prática nefasta baseada em manipulação mecânica de fórmulas, sem que os potenciais aprendizes encontrem quaisquer significados, mesmo em se tratando de uma física construída há alguns séculos. Diga-se de passagem, haveremos de convir que, mesmo a interessante e importante física construída há alguns séculos deverá também ser ensinada à luz de conceitos e da conceitualização para que também persigamos o estatuto de que ela venha a se constituir como algo pleno de significado. Além desse propósito, a abordagem baseada em conceitos ainda tem maiores possibilidades de ensinar um ensino bem mais atualizado e proveitoso.

Após essas considerações preliminares, voltemos à questão precedentemente colocada, segundo a qual se as imagens, consideradas por muitos educadores como facilitadoras e ensejadoras da compreensão dos teores veiculados, possam em alguma medida também se constituírem em obstáculos epistemológicos para a compreensão de novos conteúdos.

Moreira (2011, p. 13, nota de rodapé n. 7) escreve para a expressão partículas elementares que:

Apesar de consagrado, o termo partícula elementar, em especial a palavra partícula, não é adequado para nomear as unidades fundamentais da matéria. No domíniosubatômico, partícula não é um corpúsculo, um corpo diminuto. Pensar as partículas elementares como corpos muito pequenos, com massas muito pequenas ocupando espaços muito pequenos funciona como obstáculo representacional para compreendê-las de maneira significativa. (Partículas elementares podem, por exemplo, não ter massa; além disso, tais partículas não têm existência situada, i. e. não podem ser localizadas com precisão.) Por esta razão, ao longo deste texto, as partículas elementares não serão referidas ou representadas por corpúsculos ou 'bolinhas', como aparece na maioria dos textos didáticos sobre esse tema.

Em suma, a argumentação de Moreira é articulada no sentido de fazer ver aos seus leitores que ele não fará uso de representações pictóricas das partículas como se fossem bolinhas na medida em que, se ele as adotasse, poderia levar professores e estudantes a algo errôneo e que assim, não constituísse uma representação mental adequada da realidade. Esta é a razão pela qual ele opta por não fazer uso de imagens e desenhos representando partículas como bolinhas.

De fato, por várias razões tais partículas não são partículas propriamente ditas no sentido habitual do termo. Elas são, de fato, entidades que obedecem à famosa dualidade corpúsculo-onda, além de serem estudadas, muitas delas, como pertencentes a uma categoria de fenômenos não conhecidos no âmbito da física clássica, como o da aniquilação/criação⁴. Além disso, o fóton, por exemplo, tem massa newtoniana igual a zero, mas tem massa associada à sua energia de movimento, conceitualização que vai além da própria física newtoniana. Ademais, o caráter de elementaridade não é fácil de uma representação pictórica ingênua. O elétron, até o presente grau de conhecimento, é considerado elementar pois não tem estrutura interna, ou seja, não é constituído de subpartes enquanto prótons e nêutrons são constituídos por entidades consideradas elementares como os quarks, apenas para citar alguns.

Entre os fundadores da teoria quântica, que trata dos fenômenos em escala microscópicas, Paul Dirac escreveu, no prefácio ao seu emblemático livro de mecânica quântica de 1930, uma severa advertência acerca da inadequação de se trazer as imagens e intuições consolidadas em nível da física macroscópica para o domínio da física microscópica. Segundo o seu ponto de vista, elas deveriam ser evitadas nesse domínio microscópico. Ao se

⁴ Como um exemplo do fenômeno de aniquilação/criação, o elétron e o pósitron (que tem a carga com sinal oposto à do elétron) podem se aniquilar dando vazão a dois fótons de raio gama. Há situações também em que esses pares elétron/pósitron são criados. Tais fenômenos não existem na física clássica, razão pela qual parte da comunidade dos pesquisadores em ensino de física argumenta pelo não uso de imagens pictóricas consolidadas no domínio macro quando passamos para o domínio micro.

referir às leis da natureza em escala atômica, ele argumenta: “Suas leis fundamentais não governam o mundo como ele aparece em nossa imagem mental de uma forma muito direta, mas; ao invés disso, controlam um substrato do qual não podemos formar uma imagem mental sem introduzir irrelevâncias⁵”. (Dirac, 1930, prefácio)

Dirac adverte, portanto, o que seria, segundo o seu ponto de vista, a inadequação de uma adoção de imagens (*mental pictures*) inspirada na física clássica, o que poderia dar margem a irrelevâncias. No entanto, mais adiante ele próprio reconhece que essa recomendação não pode ser considerada como válida para qualquer campo nem para qualquer contexto. Vejamos o que ele adiciona sobre o assunto: “Importante destacar que cada área de conhecimento possui distintas concepções e formas de abordar a imagem⁶”. (Dirac, 1930, prefácio)

Obviamente, não somente a arte renascentista, como aliás todo o domínio das artes plásticas e das artes cênicas bem como também muitos campos das ciências não devem seguir a recomendação super abstrata de Dirac para simplesmente se aterem ao formalismo matemático e dispensarem qualquer representação pictórica e imagética da realidade tal como a defendida por Dirac para o domínio da física microscópica. A Botânica, definitivamente, é um desses campos para os quais a recomendação não vale. No prefácio ao livro organizado por Parrilha da Silva e Danhoni Neves (2021) e com base nos capítulos tão diversos sobre o tema Imagem, Bastos Filho (2021) ressalta com ênfase essas diferenças.

Muitos pesquisadores em ensino das ciências, em específico no campo da física não estão radicalmente de acordo com uma adoção dessa natureza. Alegar a categoria conceitual de lavra bachelardiana de obstáculo epistemológico para justificar a descontinuidade entre a física clássica e a física quântica constitui-se apenas em um argumento muito parcial em prol do abandono das imagens e intuições clássicas no domínio microscópico ao nível atômico. Decerto que há descontinuidades, mas também há elementos de continuidade entre o domínio clássico e o domínio quântico.

Para levantar um ponto contrário ao argumento de não recomendação de se lançar mão de imagens consolidadas no domínio macro da realidade quando passamos para o domínio micro dessa, na medida em que haveria uma radical descontinuidade entre tais domínios, citaríamos pelo menos três elementos de continuidade^{7,8,9} entre os dois domínios precedentemente referidos (Bastos Filho, 2003)

Elementos de continuidade e de descontinuidade se entrelaçam, o que mostra que as opções pedagógicas são plurais e que, portanto, na medida em que sejam exploradas e confrontadas funcionam como elemento enriquecedor do debate e da compreensão e não deve ser simplesmente e ingenuamente recusada com um argumento de que seria um obstáculo epistemológico.

Constatamos ademais, que a recomendação de abolir imagens não é consensual entre vários pesquisadores de ensino das ciências, notadamente de pesquisadores de ensino de física, pois muitos deles lançam mão de expedientes pedagógicos que são lúdicos ou teatrais fazendo com que os quarks, por exemplo, assumam protagonismos tais como se fossem atores e atrizes a fim de que metaforicamente possam expressar pressupostas qualidades físicas que os pesquisadores e professores a eles atribuem (Abdalla, 2006; Jesus Neto, 2015)

Em suma, a fim de encerrar a presente seção, somos conduzidos a uma pluralidade de concepções acerca de se lançar mão ou não de imagens como expedientes pedagógicos no campo da física microscópica. Em princípio, podemos dizer que se tudo for explicitado de maneira a se trabalhar seriamente na direção de uma compreensão genuína, não há, em linha de princípio, qualquer razão para asseverar dogmaticamente que imagens atrapalham o aprendizado ou que funcionam como obstáculo epistemológico para a sua compreensão. Afinal, realidade, por um lado, e representação da realidade, por outro, são coisas distintas. Além disso, a mente humana pode conceber inúmeras representações da realidade desde as mais concretas até as mais abstratas e, em princípio, não há

5 Traduzido de *Her fundamental laws do not govern the world as it appears in our mental picture in any very direct way, but instead they control a substratum of which we cannot form a mental picture without introducing irrelevancies.*

6 Traduzido de *It is important to highlight that each knowledge area has different conceptions and ways of approaching the image.*

7 O primeiro elemento de continuidade é que a formulação matemática da mecânica quântica pós 1927 é enfaticamente tributária da formulação matemática da tradição clássica.

8 O segundo diz respeito aos valores experimentais de grandezas físicas microscópicas como a massa do elétron e a carga do elétron os quais podem ser obtidas exclusivamente por experimentos concebidos inteiramente dentro do contexto clássico (experimento da razão entre massa e carga do elétron e o experimento de Millikan).

9 O terceiro diz respeito ao exame do átomo de Bohr, no domínio de números quânticos grandes, limite matemático esse que leva à transição entre a teoria quântica e a teoria clássica, ou se quisermos, semi-clássica (Princípio da Correspondência) e por conseguinte, leva às fórmulas clássicas, o que constitui definitivamente em um enfático elemento de continuidade inclusive por ser capaz de permitir a expressão matemática da constante de Rydberg em termos de quantidades basilares da física atômica que são respectivamente, a constante de Planck (esta eminentemente quântica), a massa e a carga do elétron (essas duas clássicas) (Bastos Filho, 2003).

qualquer razão para que evitemos o confronto entre elas. Além do mais não há qualquer razão para que esse confronto de perspectivas pedagógicas também não se constitua em expediente pedagógico que tenha condições de melhorar a compreensão dos temas abordados.

Seja lá como for, o confronto das representações pictóricas no domínio da física com as representações correspondentes no domínio da biologia, notadamente no domínio da Botânica, não nos autoriza a abandonar a tradicional aliança entre arte e ciência, notadamente nos casos aqui enfocados de Graziela Barroso e de Maria Merian, cientistas essas que trataram de fenômenos existentes no domínio macroscópico de realidade.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTATUTO DA LINGUAGEM IMAGÉTICO-VERBAL NA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Na secção anterior, foram realçadas concepções que apontam adequações e oposições acerca da representação de entes do mundo microscópico, tais como partículas elementares, a partir dos análogos clássicos. Aqui, abordaremos possibilidades e contribuições das representações imagéticas para a educação científica, sobretudo a partir de um diálogo envolvendo as linguagens imagético-verbal e a cognição humana. Acrescentamos que tratamos da educação científica em uma perspectiva ampla, a qual poderá ser desenvolvida tanto nos espaços formais, bem como nos espaços não formais de aprendizagem.

Todo processo comunicacional é realizado através de códigos, os quais podem ser agrupados em duas amplas categorias - os códigos verbais e os não verbais. Nesse espectro, se encontra a linguagem imagética, a qual - enquanto elemento da comunicação - não é recente. Em distintos lugares existem registros das pinturas rupestres gravadas em superfícies rochosas, cavernas, grutas e outros. Através destas, registraram o que poderia ser acontecimentos cotidianos de dados grupos (Joly, 2007). As artes visuais, enquanto campo estabelecido, tem uma tradição quanto ao uso da linguagem imagética estática, como na pintura e mais recentemente na fotografia, originada a partir da foto-sensibilização de alguns sais, nas primeiras décadas do século XIX. Acrescente-se que agregando sons e movimento às fotografias, desenvolveu-se a arte cinematográfica.

A imagem enquanto linguagem é polissêmica e, frequentemente, costuma ter um impacto emocional mais intenso e direto que a linguagem verbal. Essas linguagens podem se fazer presentes concomitantemente em um mesmo suporte e mesmo assim, serem interdependentes. Porém, quando coerentemente articuladas, corrobora com a multiplicação de sentidos pelos leitores. A partir dessa perspectiva, a articulação entre as linguagens imagética e verbal poderá potencializar a aprendizagem, notadamente no contexto do ensino das ciências.

Em decorrência do seu caráter polissêmico, a imagem poderá gerar ambiguidades de sentidos. Diante dessa possibilidade, Piccinini (2012) alerta que, para as imagens terem um uso profícuo quando mobilizada no contexto da educação científica, os estudantes devem ser encorajados a uma alfabetização imagética. Até porque, muitas vezes quando a imagem é usada com finalidades didáticas no contexto das ciências, é o único referente para dados construtos, mecanismos fisiológicos, químicos, biológicos entre outros.

O uso pedagógico das imagens em forma de ilustrações não é recente. Em meados do século XVII, por exemplo, através da obra *Orbis Sensualium Pictus*, Comenius (1592-1670) propôs o uso das ilustrações imagéticas figurativas e ilustrativas para a facilitação do ensino da língua latina e da língua materna, representando objetos da botânica, da zoologia e das atividades humanas. Nessa obra, reconhece que a ilustração, representando objetos e situações, associada ao léxico seria amplamente adequada para o ensino e para a aprendizagem, vindo a ser bastante influente no tocante à educação das crianças na época (Miranda, 2011). Essa proposição comeniana foi resultado da sistematização das experiências e dos escritos elaborados a partir de um longo período vivenciando a prática educacional e funções educacionais administrativas, com o intento de contemplar as necessidades educacionais básicas de todos, sobretudo das crianças desfavorecidas economicamente e das mulheres¹⁰.

Em decorrência do desenvolvimento dos processos gráficos e das tecnologias digitais, notadamente no século XXI, tem ocorrido um crescimento bastante intenso das representações imagéticas em distintos segmentos comunicacionais. Acrescente-se que essas tecnologias possibilitaram que movimentos e sons fossem agregados às imagens, resultando na interação síncrona entre distintas semioses. Estas representações inclusive têm impactado nas comunicações pessoais, notadamente, substituindo expressões verbais por múltiplos semióticos,

¹⁰ Na obra *Schola Ludus*, Comenius também uso gravuras como artifício visando substituir as próprias coisas e contextualizar as situações a serem ensinadas.

possibilitando a emergência de novos gêneros textuais. As tecnologias digitais também têm possibilitado o uso sistemático das imagens em segmentos científicos e tecnológicos, de tal modo que tem impactado na adoção de procedimentos de várias práticas profissionais. Basta situarmos os diagnósticos pautados em imagens ocorridos nas práticas médicas, nas simulações e previsões dos impactos de fenômenos naturais, como na meteorologia, na astrofísica, na arquitetura e outros (Joly, 2007).

Vislumbrando a adoção das tecnologias digitais para a educação científica, Lemke (1998) alerta que a comunicação das ciências elaboradas para distintos níveis e propósitos vale-se não apenas da linguagem verbal, embora essa seja importante e até predominante. Além dessa, são mobilizados distintos sistemas comunicacionais e representacionais, tais como diagramas e imagens em geral, como equações, mapas, tabelas, fotografias, simulações, vídeos, dados construídos a partir de observações de atividades experimentais entre outros. Ou seja, trata-se de múltiplos semióticos que, integrados sinergicamente, produzem múltiplas significações. Logo, para serem compreendidas, essas semioses deverão ser incorporadas ao ensino das ciências e os estudantes encorajados a mobilizá-las em suas escritas e debates, além de serem encorajados a interpretá-las em contextos específicos. A partir desses encaminhamentos, os estudantes poderão elaborar múltiplas significações dos conceitos e termos científicos, bem como de suas abrangências e aplicabilidades, haja vista que as interpretações são vinculadas às condições iniciais bem como aos conhecimentos mobilizados, defende o autor.

Em virtude da intensificação do uso das linguagens imagéticas em distintos segmentos, tem sido crescentes as defesas para a mobilização dessas no domínio da educação formal e não formal inclusive quando essas se encontram articuladas com outras linguagens. As articulações das linguagens que eram restritas ao cinema, a partir das tecnologias digitais expandiram-se para outros ambientes. Lemke (2002) advoga que a educação científica não poderá se manter alheia aos desenvolvimentos comunicacionais relacionados às tecnologias digitais, mas, deverá refratar essas possibilidades, haja vista suas implicações nas formas de acesso às informações e possibilidades de aprendizagem. Ao encontro dessa perspectiva, Tomio *et al* (2013) discutem que durante muito tempo o uso das imagens nas comunicações científicas ocorreu apenas com finalidades estéticas. Porém, nas últimas décadas, essa perspectiva tem sido superada, haja vista a quantidade de pesquisas realizadas em torno do uso didático das imagens em distintos campos do saber e suas contribuições para a aprendizagem das ciências, em particular.

Particularizando para as comunicações assentadas na linguagem imagético-verbal, se faz necessário ter em mente que a articulação da linguagem imagética com a linguagem verbal não é trivial, tampouco arbitrária, necessitando de propósitos bem definidos para tal mobilização. Barthes (1977), por exemplo, aponta três possibilidades para a articulação entre o texto e a imagem. Uma dessas é nomeada ancoragem, na qual o texto direciona a leitura da imagem, tal como na legenda. Outra articulação imagem-texto é quando a imagem expande a informação verbal, nomeada *illustrae*. A terceira possibilidade de articulação imagem-texto proposta pelo autor é nomeada *relay*, que se dá quando essas linguagens se complementam, sendo insuficientes quando desarticuladas. Sobre a articulação dessas linguagens, Joly (2007, p. 136) assinala que “É efetivamente injusto pensar que a imagem exclui a linguagem verbal, porque está a acompanhar quase sempre, sob a forma de comentários, escritos ou orais, de títulos, de legendas, de artigos de imprensa, de balões, de didascálias, de *slogans*, de tagarelices, quase até ao infinito”. Ou seja, a articulação entre as linguagens imagética e verbal não é aleatória.

A partir da perspectiva de articulação entre a linguagem imagética e a linguagem verbal, é imprescindível situar a linguagem verbal, notadamente, tendo clareza do gênero textual incorporado, independentemente se essa linguagem se encontra materializada em um suporte ou não. Assim, em se tratando de contexto educacional, a imagem poderá ser articulada com o gênero textual divulgação científica, notícia, tirinha, legenda e vários outros.

Antes de tratarmos da função da imagem no texto, da sua função didática, bem como dos processos cognitivos contemplando a articulação das linguagens imagética e verbal, tratemos de uma análise das imagens elaborada a partir da sua materialidade e que contempla desde as imagens naturais até as imagens mentais. Trata-se da escala de iconicidade de Villafañe (2006), elaborada a partir da materialidade das imagens fixas ou nível de realidade, quando esboçadas em superfícies bidimensionais. A escala possui onze graus relacionados aos níveis de realidade e os esboçaremos com pequenas adaptações da linguagem, visando contextualizações, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Graus de iconicidade da proposição de Villafañe

Grau	Nível de Realidade	Critério
11	Imagem natural	Restabelece todas as propriedades do objeto. Há identidade entre a imagem e o objeto.
10	Modelo tridimensional à escala	Restabelece todas as propriedades do objeto, possibilitando a sua identificação. Mas, não há identidade entre a imagem e o objeto.
9	Imagens estroboscópicas	Restabelece a forma e a posição precisa dos objetos emissores de luz no espaço, entre curtos intervalos de tempo em um dado trajeto.
8	Fotografia colorida	O grau de definição da imagem é equiparado ao poder de resolução de um olho médio.
7	Fotografia preto e branco	O mesmo critério anterior, diferindo apenas a coloração da imagem.
6	Pintura realista	Restabelece com razoabilidade as definições espaciais do objeto em um espaço bidimensional.
5	Representação figurativa não realista	Proporciona identificação do objeto, porém, há alteração das relações espaciais.
4	Pictograma	Exceto a forma, as demais características sensíveis relacionadas ao objeto são abstraídas.
3	Esquemas motivados	As características sensíveis são abstraídas, porém as relações orgânicas são restabelecidas.
2	Esquemas arbitrários	Não representam as características sensíveis e as relações de dependência dos elementos não se subordinam a critérios lógicos.
1	Representação figurativa	Todas as propriedades sensíveis e suas relações são abstraídas.

Fonte: Adaptado de Villafañe (2006) pelos autores, 2023.

No tocante às imagens presentes em textos didáticos e imagens fixas, Mayer (2001) propõe uma classificação em quatro categorias, elaboradas a partir das respectivas funções no texto. Uma dessas é a imagem decorativa que não apresenta informações relevantes à temática abordada e se presta para entreter o leitor e preencher o texto. A imagem representacional por sua vez expressa um elemento ou referente, porém, sem analisar quaisquer das suas propriedades. Outra categoria é a imagem explicativa, que se presta para evidenciar sobre o funcionamento de um sistema. Associada à imagem explicativa encontra-se uma abordagem textual. A quarta categoria contempla a imagem organizacional, cuja designação é estabelecer relações entre elementos de um objeto, de um sistema ou de um mecanismo. O autor considera que as imagens explicativa e organizacional incorporam um alto propósito cognitivo.

Diéguez (1978) também propôs uma categorização referente à função didática da imagem. Para tal, analisou um conjunto de imagens usadas em textos didáticos e nomeou a maioria delas a partir das respectivas funções. Uma dessas, se refere à função informativa, quando a imagem se situa no primeiro plano do discurso e o discurso verbal se presta a explicar a mensagem imagética. Outra função da imagem é a motivadora, que se faz presente quando o texto é esclarecedor, atribuindo à imagem o papel de captar a atenção do leitor. Ainda na presente categorização, a função da imagem é considerada redundante quando nada é acrescentado além da linguagem verbal. Outra categoria para a função da imagem é nomeada explicativa. Nesta, códigos são acrescentados à imagem no sentido de prover explicações a um processo, uma relação entre partes ou mecanismos e ainda, uma sequência temporal.

Apontando possibilidades de eficiência na aprendizagem a partir da articulação das linguagens imagética e verbal, Mayer (2005) discute que o estudante se vale de cinco processos cognitivos, os quais devem ser coordenados por ele e que, não necessariamente se dá na ordem apresentada. São eles: a) selecionar palavras relevantes a serem processadas na memória operacional verbal; b) selecionar imagens consideradas relevantes a serem processadas na memória operacional visual; c) elaborar a organização das palavras selecionadas em um modelo verbal; d) organizar as imagens em um modelo visual; e) integrar as representações verbais e visuais com o conhecimento disponível.

Pelas considerações anteriores, opinamos que ao se propor a articulação da linguagem imagético-verbal no contexto da educação formal ou não formal, é imprescindível se ter clareza do que se tenciona em relação a possíveis significações a serem construídas pelo leitor. A partir dessa, as demais adequações são decorrentes.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

Com o intento de refletirmos sobre a linguagem imagética articulada com a linguagem verbal enquanto expediente cognitivo profícuo para estudos macroscópicos, particularizaremos com aspectos dos percursos das construções científicas desenvolvidas pela Botânica brasileira Graziela Maciel Barroso (1912-2003) e pelas construções artístico-científicas desenvolvidas pela naturalista alemã Maria Sibylla Merian (1647-1717).

Temos então, o caminhar de duas mulheres em duas épocas e em dois contextos sociais e econômicos distintos e, principalmente, tradições de pesquisa dos dois países nas respectivas épocas. Para empreender uma reflexão sobre o papel da linguagem imagético-verbal a partir dos legados dessas cientistas, nos arriscamos a elaborar, previamente, uma investigação diacrônica sobre as respectivas contribuições.

Pela configuração dos objetos da investigação, avaliamos que a presente abordagem se compatibiliza com o estudo comparativo enquanto procedimento de pesquisa. Esta abordagem metodológica se presta quando se tenciona revelar aproximações e distanciamentos entre variáveis semelhantes, porém, que não se adequam a uma métrica, tampouco à análise individual, como nos estudos de caso. Assim, ao se optar pelas instâncias empíricas a serem comparadas, os aspectos dessas necessitam de clareza, no sentido de serem situados em relação ao contexto e ao tempo. A partir dessa condição, deve-se lançar questões semelhantes às distintas instâncias empíricas, no sentido de aclarar o objeto da comparação (Schneider; Schmitt, 1998).

Franco (2000) discute que a metodologia comparada se originou nos estudos sociológicos, tendo Emile Durkheim (1858-1917) e Max Weber (1864-1920) como os principais precursores. Porém, Gonzalez (2008) argumenta que, bem antes de Durkheim, Stuart Mill (1806-1873) já havia concebido possibilidades de comparação dos fenômenos sociais a serem investigados, nomeado método da concordância e método da diferença.

Tomando os percursos profissionais de Graziela Barroso e Maria Merian como o empírico a ser comparado, guiamos a investigação delimitando os objetos a partir das questões de pesquisa, a saber: Em que medida o ambiente social interferiu nas construções das atividades das respectivas cientistas? Quais os enfrentamentos que essas mulheres necessitaram travar em suas atuações, notadamente nos anos iniciais dos respectivos percursos profissionais? O que mais corroborou para que uma das cientistas se destacasse na Botânica Sistemática e a outra na Botânica e na Entomologia?

DOS PERCURSOS À CONSTRUÇÃO DO PIONEIRISMO: DUAS MULHERES EM SUAS ÉPOCAS

Para adentrarmos nos percursos das construções de Graziela Barroso e Maria Merian, no sentido de empreendermos um contraponto entre esses e nos aproximarmos dos objetivos, devemos ter clareza que elas estiveram temporalmente separadas por quase três séculos e não há indícios de que Maria Merian tenha influenciado Graziela Barroso, pois o inverso seria, obviamente impossível. Além disso, viveram em países distintos, com tradições de pesquisa bastante distintas e sem indícios de que, tal como já afirmamos, Merian tenha influenciado Graziela.

Mas, por que e para que estabelecer um contraponto entre contribuições empreendidas por duas pesquisadoras que temporalmente foram separadas por quase três séculos, onde não há indícios de que Merian tenha influenciado Graziela? A priori, a única conexão aparente entre as duas pesquisadoras é que, vivenciaram um processo de “infiltração” para trabalharem nos respectivos campos das ciências e assumiram papéis que, em seus respectivos contextos, até então eram majoritariamente assumidos pelos homens.

Com a construção da abordagem sinalizada, esperamos evidenciar ainda que o processo de construção do empreendimento científico não seja linear, tampouco previamente definido. Mas, é resultado de um longo processo fortemente cotejado com as histórias de vida de um conjunto de atores e as influências do contexto, notadamente, os interesses político, econômico e tradição cultural que são determinantes no percurso e nas elaborações do empreendimento científico. A essas interferências, vários autores têm nomeado como natureza da ciência ou natureza da produção da ciência em uma perspectiva ampla, a qual considera as interferências internas e externas que impactam na produção da ciência, bem como os seus impactos em uma perspectiva ampla, conforme sintetizados por Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016).

Antes de se constituir pesquisadora e professora, Graziela Barroso seguiu caminhos bastante diversos. Foi esposa, dona de casa e mãe dedicada à vida familiar. Nasceu em 11 de abril de 1912, em Corumbá, atual Mato Grosso do Sul. Filha de Salustiano Antunes Maciel, e Alzira Martins Maciel, os quais educaram Graziela Barroso para ser dona de casa em sua vida adulta. Salustiano Maciel foi comerciante e com atuação política no legislativo municipal, tendo empreendido esforços para implantar o ensino secundário no município, a partir da década de 1920 (Souza, 2010).

Graziela Barroso casou-se aos 16 anos com o então agrônomo Liberato Joaquim Barroso (1900-1949) e tiveram dois filhos: Manfredo Maciel Barroso (1930-1960) e em seguida, Mirtilla Maciel Barroso (1931-2004) (Albergaria, 2023). Liberato Barroso era um cearense com amplo conhecimento na cultura de plantas têxteis, autor de livros e publicações em periódicos na área da botânica (Peixoto; Morim, 2008).

Até 1940, Graziela Barroso continuava dedicando-se às atividades familiares, mas, já havia residido em vários Estados do Brasil, porque Liberato Barroso trabalhava no Ministério da Agricultura (MA). Nesse ano, foi transferido para o setor de horticultura do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), vinculado ao Serviço Florestal do MA. A partir daí, fixaram residência na cidade do Rio de Janeiro. Em 1942, Graziela Barroso começou a trabalhar como herborizadora e separadora de sementes no herbário do Horto Florestal do JBRJ. Em 1945, através de concurso público, obteve a segunda classificação para o cargo de naturalista no JBRJ, tendo sido a primeira mulher contratada pela instituição para o cargo, no ano seguinte. Vale destacar, que nessa época, ao escolher carreira profissional, as mulheres necessitavam da aprovação do pai ou do esposo. Isso porque as profissões eram tidas como sendo tradicionalmente masculinas (Azevedo; Ferreira, 2006). Sobre esse contexto de divisão de papéis, Lopes (1998, p. 367) alerta para possíveis situações de diferenciação, afirmando que “Aos homens que enfrentaram as agruras do campo em prol das ciências confere-se o atributo de heróis, às mulheres, quando muito o de aventureiras”.

Em entrevista, Graziela Barroso explica que, quando começou sua carreira no campo da Botânica, teve o apoio instigador do seu marido, com o qual trabalhou em sistemática vegetal. Essa colaboração lhe possibilitou implementar treinamentos a estagiários, mestrandos e doutorandos. Conforme relata:

Eu era mais dona de casa e mãe de família. Mas quando meu marido estudava eu estava sempre perto dele /.../. Fiz o concurso de botânica, para ser naturalista do Jardim Botânico. Nenhuma mulher tinha feito esse concurso, de modo que houve uma certa prevenção por parte dos candidatos homens, que eram cinco, sendo eu a única mulher /.../. Eles achavam que era uma barbaridade uma mulher fazer esse concurso. Fiz e passei muito bem, em segundo lugar, e em 1946, fui trabalhar com meu marido em sistemática botânica. Mas meu marido morreu logo depois, em 1949, e continuei o trabalho dele. (Barroso, apud Massarani; Duque-Estrada, 1997, paginação eletrônica)

Em 1949, aos 37 anos de idade, Graziela Barroso tornou-se viúva. Contudo, além de continuar exercendo sua função no Jardim Botânico, durante toda a década seguinte, dedicou-se ao estudo das línguas latina, alemã e francesa. Ao final da década de 1940 foi homenageada pelo botânico Ángel Júlio Cabrera, ao ter seu nome na espécie *Senecio barrosianus*. Posteriormente, seu nome seria incluído em outros três gêneros e oitenta e três espécies vegetais (Bediaga; Peixoto; Morim, 2020).

Até então, Graziela Barroso não possuía formação no ensino superior. Mas, em 1959, ingressou no curso de História Natural na Universidade do Estado da Guanabara, atual Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e concluiu em 1963. Pela experiência acumulada, já despontava no campo da Botânica. Por isso, foi convidada para planejar a criação do Departamento de Botânica na Universidade de Brasília (UnB), onde lecionou entre os anos de 1966 e 1969. Em 1973, defendeu tese doutoral na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), intitulada *Compositae – Subtribo Baccharidinae Hoffmann* – Estudo das espécies ocorrentes no Brasil (Bediaga; Peixoto; Morim, 2020).

A pessoa de Graziela Barroso ficou marcada como sendo uma das pioneiras na Botânica brasileira e uma das principais representantes femininas nesse campo de estudo. Isso posto, sabe-se que a participação das mulheres nas Ciências, incluindo a Botânica, era amplamente subestimada e desencorajada devido às barreiras sociais e culturais que restringiam o acesso das mulheres ao ensino superior e, automaticamente, às carreiras científicas (Batista, 2020). Ainda assim, a carreira científica de Graziela Barroso configura-se como exitosa e desafiadora, com contribuições científicas primordiais e impactantes. Seus estudos se concentraram principalmente na taxonomia e sistemática de vegetais brasileiros, com um interesse especial na família *Leguminosae* (atualmente denominada

Fabaceae). Escreveu ainda e classificou várias espécies de plantas até então desconhecidas, expandindo o conhecimento botânico sobre a flora do Brasil.

Dentre suas contribuições, Graziela Barroso também publicou em três volumes o livro *Sistemática de Angiospermas do Brasil e o livro Frutos e Sementes – Morfologia Aplicada à Sistemática de Dicotiledôneas*, os quais são referências fundamentais para os estudiosos da Botânica brasileira e atestam a profundidade e abrangência da obra. Acrescenta-se que catalogou vinte e cinco espécies de plantas ao longo de sua carreira, além de ter inspirado gerações de pesquisadores, o que resultou em reconhecimento internacional. Mais de 25 espécies vegetais identificadas nos últimos anos recebera, o seu nome. Por exemplo, *Dorstenia grazielae* (caiaipiá-da-graziela), da família das moráceas; *Diatenopteryx grazielae* (maria-preta) e *Baubinia grazielae* (pata-de-vaca). Também foi a única brasileira a receber, nos Estados Unidos, a medalha *Millenium Botany Award*, tal mérito é creditado a profissionais dedicados a Botânica (Magalhães, 2018).

Outro reconhecimento concedido a Graziela Barroso foi o de ter sido eleita para membro da Academia Brasileira da Ciência (ABC), em 2002. Porém, no ano seguinte, veio a falecer, sem assumir o cargo (Silva; Ribeiro, 2011). Mesmo com a aposentadoria compulsória, Graziela Barroso, continuou exercendo atividades de pesquisa em sua residência, onde estruturou um laboratório. Também se manteve atuante nos cursos aos quais era vinculada, dando suas aulas e orientando mestrandos e doutorandos (Massarani; Duque-Estrada, 1997).

Alguns séculos antes de Graziela Barroso iniciar a construção do seu percurso, a alemã Maria Sibylla Merian (1647-1717) já havia assinado seu legado como naturalista e ilustradora científica notável. Nascida em Frankfurt¹¹, Maria Merian se destacou como uma das pioneiras na ciência, desafiando as normas impostas às mulheres, na época. Sua contribuição para as ciências foi marcada por sua paixão pela observação minuciosa da natureza e pela representação detalhada de suas descobertas em suas obras (Machado; Miquelin, 2021). Até porque, na época, as práticas naturalistas de dissecação e desenhos de espécies vegetais e animais eram atividades majoritariamente designadas aos homens (Machado; Miquelin, 2018). Sobre suas contribuições, Davis (1997, p. 146) assinala: “Merian foi uma pioneira: atravessou as fronteiras da instrução e do sexo para adquirir conhecimentos sobre os insetos e criou as filhas ao mesmo tempo que observava, pintava e escrevia. [...] uma mulher que se dedicou à atividade científica numa margem criativa”.

Sobre essa proximidade de Maria Merian com a pintura e a gravura, é pertinente realçar que era filha do renomado artista suíço Matthaus Merian (1593-1650). Este se estabeleceu em Frankfurt, onde possuía gráfica e editora, na qual ocorriam reproduções dos desenhos elaborados por vários artistas-cientistas. Com o falecimento do pai, em 1561, sua mãe Johanna Sibylla Hein (1620-1690) casou-se com o naturalista Jacob Marrel (1614-1681), exímio pintor de flores¹² e insetos e que deu continuidade às atividades desenvolvidas na editora da família Marrel, além de incentivar Maria Merian a explorar a natureza, levando-a a observar diferentes espécies de plantas e insetos¹³ (Heppner, 2022). Conforme aponta Kutschera (2017), a infância de Maria Merian foi cercada por pessoas que valorizavam as Ciências Naturais e as Artes, as quais foram fundamentais para o desenvolvimento do interesse daquela pela natureza.

Velasco (2017) aponta que Maria Merian, em sua infância, inicialmente colecionava bichos-da-seda. Posteriormente, incluiu em sua coleção outro grupo de animais, como lagartas e aranhas, na época considerados insetos. Acrescenta-se que esses animais não gozavam de boa aceitação, haja vista conceberem que se originavam do barro e do pó, através da geração espontânea. Outra concepção prevalecente era que os mencionados animais seriam criaturas impuras e demoníacas. Esse era um dos motivos que a mãe de Maria Merian gerava impedimentos para que andasse nos campos com o intento de coletar esses animais. Apenas na década de 1680 o biólogo-médico italiano Francesco Redi (1626-1696) contrariou a teoria da abiogênese ou geração espontânea. Redi também evidenciou que os vermes são ovíparos e não eram criados do pó.

A proximidade de Maria Merian com artistas foi se fortalecendo ao longo dos anos. Em 1665, aos 18 anos de idade, casou-se com Johan Andreas Graff (1636-1701), o qual se dedicava a técnicas de impressão, ilustração e pintura, tendo estudado na Holanda. Em Frankfurt, nasceu a primeira das duas filhas do casal, Johanna Helena (1668-1723) e em 1670, se mudaram para Nuremberg, cidade natal de Graff. Em Nuremberg, nasceu Dorothea Maria (1678-1743) (DAVIS, 1997).

11 Nessa época, Frankfurt era um principado do Sacro Império Germânico.

12 Em Utrech, Marrel havia se dedicado a técnica de pintura natureza morta de flores, então popular na Europa (Heppner, 2022).

13 Marrel também ensinou Maria Merian o ofício de macerar os pigmentos, preparar telas de tecido e de velino, além da execução dos desenhos e gravação em cobre.

No estúdio de Johan Graff, Maria Merian orientava mulheres a desenvolverem técnicas de gravura e pintura à medida em que continuava desenvolvendo suas ilustrações. Estas resultaram na edição do *Blumenbuch* (1675) ou Livro das Flores, com segunda edição em 1680, *O Novo Livro das Flores* ou *Neus Blumenbuch*, contendo uma coletânea de gravuras com flores individuais, buquês e guirlandas, acompanhados das respectivas nomenclaturas botânicas (Machado; Miquelin, 2018). Nele, continham trinta e seis placas, nas quais utilizou a técnica de gravura em placas de cobre (Davis, 1997).

Entre a primeira e a segunda edição do Livro das Flores, Merian publicou o livro *A Maravilhosa Transformação e a Peculiar Alimentação de Plantas dos Lagartos (Der Raupen)*, constituído por cinquenta placas com ilustrações de insetos, lagartas e plantas hospedeiras. Um grande destaque do livro é conferido pelas imagens acompanhadas da descrição dos hábitos de alimentação, tempo de reprodução e outras especificidades dos insetos e plantas representados (Machado; Miquelin, 2018). Ou seja, uma articulação entre as linguagens imagética e verbal.

Em 1681 ocorreu o falecimento de Jacob Marrel e, com o intuito de auxiliar a mãe, Maria Merian, as filhas e o esposo retornam para Frankfurt, onde permaneceram pelos próximos quatro anos. Em seguida, Maria Merian e as filhas e a mãe vão para a província da Frísia, juntando-se a uma comunidade de labatistas ou pietistas¹⁴. Nesta comunidade, não se aceitava casamentos com não seguidores e Johan Graff não aceitou participar da doutrina. Maria Merian não retrocedeu e divorciaram-se posteriormente (Davis, 1997).

Cinco anos após a chegada na Frísia, Johanna Hein faleceu. Maria Merian e as filhas se mudaram para Amsterdam, cidade que na época abrigava vários admiradores, colecionadores e estudiosos das artes, bem como os ateliês de pintura, configurando um ambiente cultural pulsante. Neste ambiente, Maria Merian mantinha-se financeiramente elaborando suas pinturas.

Na zona portuária de Amsterdam, chegavam embarcações transportando várias espécies animais e vegetais trazidas das colônias, as quais eram desconhecidas na Europa. Muitas dessas eram vendidas nos mercados públicos, porém, os animais estavam empalhados ou em soluções conservantes, condição que não interessava a Maria Merian. Por isso, dirigiu-se às autoridades portuárias e solicitou autorização para viajar ao Suriname¹⁵, juntamente com Dorothea Maria (Velasco, 2017).

O Suriname era um entreposto comercial conquistado pela Holanda desde 1613, aproximadamente, que já havia sido alvo de disputas com os ingleses, mas, já recuperado. Em junho de 1699, Maria Merian e sua filha lançam-se a uma viagem oceânica perigosa e após nove semanas a bordo de uma pequena embarcação mercantil com aproximadamente 50 m, tipo Galeão que possui quatro mastros, aportou em Paramaribo, capital do Suriname, a qual não ia além de uma fortificação de defesa e uma vila nos arredores (Heppner, 2022).

Em sua participação na expedição ao Suriname, Maria Merian se autofinanciou e empreendeu uma das suas principais conquistas. Nesta, teve a oportunidade de investigar a rica biodiversidade da região tropical, realizando observações meticolosas de insetos e outros animais, notadamente, estudando seus hábitos, os processos de metamorfoses e interações com o ambiente (Guentherodt, 1986). Várias espécies animais coletadas por Merian em sua expedição, tais como lagartas e serpentes foram levadas para a Europa. Algumas, *in vivo*, outras imersas em conservantes líquidos (Velasco, 2017).

No Suriname, Maria Merian enfrentou várias dificuldades, notadamente, decorrentes do perigo de contrair doenças tropicais de origens desconhecidas, tais como a malária e a febre amarela. Além disso, existiam muitos ataques de formigas que dificultavam o trabalho dela, ataques esses, em relação aos quais tentava se proteger com extratos de cânfora. Existiam ainda outros perigos, como as cobras, por exemplo, o que dificultava as suas atividades. Em 1701 Maria Merian contraiu malária, recuperou-se e retornou à Europa (Heppner, 2022).

Uma das principais contribuições de Merian para a Entomologia foi sistematizada na obra *Metamorphosis insectorum Surinamensium* (Metamorfose dos insetos do Suriname), publicada em 1705, contendo sessenta gravuras em velino, as quais haviam sido elaboradas no Suriname, com edições em holandês. Essa obra teve grande repercussão pelo seu rigor científico e qualidade artística, sobretudo pela articulação das linguagens imagético-verbal e tornar-se-ia um dos mais belos livros de história natural já publicado (Machado; Miquelin, 2021). A obra traz mais de sessenta placas com ilustrações coloridas, detalhando diferentes estágios de metamorfose de insetos. Logo, despertando o apreciador da arte, bem como os leitores da área da Entomologia (Etheridge, 2011) e apenas algumas plantas apresentadas com apelo estético (Heppner, 2022).

14 Comunidade fundada em 1669 por Jean de Labadie (1610-1674), ex-calvinista e ex-jesuíta francês.

15 Na época, o Suriname pertencia a República das Sete Províncias Unidas dos Países Baixos, o qual existiu entre 1581 e 1795, Estado que antecedeu os Países Baixos, os quais já haviam operado a Companhia das Índias Ocidentais, logo, peritos no transporte de mercadorias.

Segundo Heard (2016), o detalhamento sobre a metamorfose de algumas espécies animais possibilitou que a obra de Merian fosse citada 130 vezes no sistema taxonômico de história natural elaborado por Carolus Linnaeus (1707-1778). Acrescenta que a obra receberia algumas correções posteriores. Certamente, deveu-se ao curto período que esteve no Suriname.

Etheridge (2011) aponta que Maria Merian entendia a dinâmica das relações ecológicas entre os seres vivos e o próprio ambiente. Por isso, o detalhamento nos relatos da naturalista. Conforme opina Velasco (2017), a grande contribuição da autora foi vincular que dados tipos de lagartas antes de converterem-se em borboletas/mariposas se alimentavam de plantas específicas. “Suas descrições das larvas de mariposas e borboletas são, particularmente, ricas em detalhes, descrevendo a maneira como se formavam os casulos, os efeitos do clima na metamorfose e na quantidade de organismos, bem como no seu modo de locomoção”. (Etheridge, 2011, p. 38, tradução nossa)

Apesar de sua contribuição significativa para a ciência, o trabalho de Maria Merian só foi devidamente reconhecido e valorizado posteriormente, principalmente a partir do século XIX. Sua influência continua a ressoar até os dias atuais, reforçando a importância da observação minuciosa e da representação artística como elementos essenciais para o avanço do conhecimento científico. Sua trajetória é um exemplo inspirador para as futuras gerações de cientistas, provando que a paixão, perseverança e a superação de obstáculos podem levar a grandes descobertas e contribuições para o mundo no contexto das ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS A TÍTULO DE CONCLUSÃO

Pelas considerações anteriores, notemos que tanto Graziela Barroso quanto Maria Merian, antes de apontarem como iniciantes nos caminhos das respectivas atuações no campo da Botânica e da Entomologia, respectivamente, vivenciaram ambientes que possibilitaram experienciarem aspectos das respectivas atuações. A primeira, mais tardiamente, porém, encorajada por um profissional. A segunda, em uma interação mais descomprometida, porém orgânica, realizando coletas, apesar das adversidades imediatas e construindo imagens dos animais, com o favorecimento do ambiente e das interações e a arte da pintura, a qual seria fundamental para expressar a sua incursão pela Entomologia.

Acrescente-se ainda que, enquanto elementos do contexto vivencial favoreciam aproximações dos campos de trabalho, conforme mencionado anteriormente, os aspectos culturais favoreciam o distanciamento da iniciação naqueles campos. Neste aspecto, uma perspectiva comum a ambas, devia-se ao fato de serem mulheres. Graziela Barroso em sendo a primeira mulher a prestar um concurso público para desenvolver atividades até então realizadas por homens. Maria Merian em seu relacionamento com aqueles que viviam no Suriname.

Entendemos que, apesar das adversidades impostas às duas pesquisadoras, o que corroborou decisivamente para despontarem em suas atividades profissionais, além das vivências e interações ao longo de anos, tenha sido a ousadia e a persistência com a construção desse trajeto, apesar do ambiente e as interações terem sido favoráveis.

Pelas contribuições aos seus campos de atuação, pelos percursos, bem como pelos objetos do conhecimento que sistematizaram, defendemos que as construções e os respectivos percursos de Graziela Barroso e Maria Merian se adequam para serem abordadas nos espaços educacionais formais e não formais através da mobilização da linguagem imagético-verbal. Para isso, foi imprescindível a clareza dessa para com os seus propósitos.

Tendo em vista as colaborações da linguagem imagético-verbal para a aprendizagem, opinamos que sejam consideradas no sentido de explorar as contribuições às ciências empreendidas por Graziela Barroso e Maria Merian. E essa condição não exclui aspectos dos percursos das respectivas construções, tais como modos de vida e estilos, viagens, cartas e tantas outras ocorrências, adequando-se a uma das perspectivas amplas em relação à natureza da ciência, tal como apontam e discutem Acevedo-Diáz e García-Carmona (2016). Apenas enfatizando essa perspectiva, em uma das referências aqui abordadas, Heppener (2022), encontram-se informações sobre o contexto da travessia atlântica de Maria Merian, detalhes fotográficos do tipo de embarcação, mapas da localidade onde ficou sediada em Paramaribo. Ou seja, são considerações que, em nosso entendimento, corroboram com uma visão não linear da construção das ideias, bem como as várias interferências do contexto, seja interno ou mesmo externo.

Ainda apontando possibilidades de abordagens sobre o contexto mais amplo da produção da ciência a partir da linguagem imagético-verbal, estamos também nos referindo a Graziela Barroso. Além da própria conceituação científica que o seu trabalho contemplou, existem várias imagens relacionadas a situações do contexto da produção

científica, tais como diplomações, reuniões de orientações com estagiários e estudantes, notícias, entrevistas e várias outras, igualmente corroborando com uma abordagem ampla em relação à natureza da ciência.

Quando sinalizamos em defesa do uso da linguagem imagético-verbal, é imprescindível ter cautela para que a imagem não seja mobilizada com finalidades estéticas, como aponta Tomio *et al* (2013), mas a imagem e o texto estejam articulados conforme sugere Barthes (1997), possibilitando a construção de significações amplas em relação ao objeto de análise e assim, se vislumbrar um uso profícuo da imagem no contexto da educação científica, conforme alerta Piccinini (2012).

Para o propósito anterior, é imprescindível que as imagens não sejam mobilizadas aleatoriamente, mas com propósitos claros e amplos. Temos vários estudos apontando tanto as possibilidades cognitivas através do uso das imagens, bem como a adequação da imagem em si a partir da sua composição, conforme Villafañe (2006). A partir dessas considerações, mobilizar a imagem em uma perspectiva coerente no tocante a sua função didática, conforme as indicações de Dieguez (1978), assim como a articulação imagética no texto, conforme Mayer (2005), constitui-se em expediente pedagógico enfaticamente recomendável, notadamente em se tratando de ensino das ciências.

Em suma, diante de toda a nossa argumentação aqui circunstanciada, ao dialogarmos com um leque de autores que se debruçaram sobre o tema, além de procedermos a uma confrontação entre diversas concepções que se apresentam, opinamos que devemos enfatizar que ao se propor a articulação da linguagem imagético-verbal no contexto da educação formal ou não formal, é imprescindível se ter clareza do que se tenciona em relação a possíveis significações a serem construídas pelo leitor. A partir dessa adoção, as demais adequações são decorrentes. Deste modo, somos da opinião segundo a qual a pluralidade de expedientes que porventura lançarmos mão para a compreensão de estudantes e professores no contexto da educação científica, assume uma primazia clara no confronto com uma eventual adoção que lance mão de apenas um único expediente cognitivo, qualquer que seja ele. Somos assim levados a concluir que a articulação das linguagens imagética e verbal, tanto no contexto da educação formal quanto no contexto da educação não formal, é mais rica e ensejadora de possibilidades e, portanto, bem mais desejável para uma educação científica genuína.

Finalmente, somos chegados à conclusão de que essa pluralidade de expedientes cognitivos que inclui as linguagens imagética e verbal, tem enormes potencialidades para facilitar e ensinar o confronto das múltiplas representações humanas sobre qualquer que seja o foco da realidade científica que viermos a estudar, notadamente no ensino da Botânica no curso do qual essa pluralidade é exercida. No caso em que não há um consenso entre pesquisadores em ensino de física sobre a acomodação de várias imagens representacionais da realidade é que nos posicionamos em prol de uma sinergia cognitiva e não de um obstáculo epistemológico que eventualmente uma representação possa causar sobre outra representação. Se no campo do ensino da física, isso pode ser de alguma maneira controverso, no campo do ensino da Botânica, definitivamente, essa controvérsia não se configura.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Conceitualização: Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Curadoria de dados:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Análise formal:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Pesquisa:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Metodologia:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Administração do projeto:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Supervisão:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Validação:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Redação - Preparação do rascunho original:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.; **Redação - Revisão e edição:** Damasceno, D. M.; Monteiro, M. A.; Bastos Filho, J. B.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Todos os dados foram gerados ou analisados neste estudo.

FINANCIAMENTO

Não aplicável.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – CEDU/UFAL.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, Maria Cristina Batoni. **O discreto charme das partículas elementares**. 1. ed. São Paulo, SP: Editora UNESP, 2006.

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; GARCÍA-CARMONA, Antonio. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia em la educación científica. **Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 13, n. 1, p. 3-19, 2016. Disponível em: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2949>. Acesso em: 03 abr. 2023.

ALBERGARIA, Danilo. A Grande Dama da Botânica. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, edição 328, p. 88-91, jun. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-grande-dama-da-botanica/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

AZEVEDO, Nara; FERREIRA, Luiz Otávio. Modernização, políticas públicas e sistema de gênero no Brasil: educação e profissionalização feminina entre as décadas de 1920 e 1940. **Cadernos Pagu**, Campinas, n.27, p. 213-254, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cpa/a/bhnwWTMfWJLnKTxVLg4NbDJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-83332006000200009>.

BARTHES, Roland. The Dead of Autor. In: BARTHES, R. **Image, Music, Text**. New York: Hilland Wang, p. (142-148), 1977.

BASTOS FILHO, Jenner Barretto. Prefácio a PARRILHA DA SILVA, Josie Agatha; DANHONI NEVES, Marcos Cesar. (Orgs.). **Imagem: Diálogos e Interfaces Interdisciplinares**, Maringá: EDUEM, 2021. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/dy7z7/pdf/silva-9786587626079-01.pdf>. Acesso em; 03 abr. 2023.

BASTOS FILHO, Jenner Barretto. Pode-se progredir com base em fundamentos inconsistentes? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n 3, 2003, p. 312-335. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6528/6025>. Acesso em: 21 ago. 2023.

BATISTA, Laura Maria Souza. **Dez Mulheres Para Se Inspirar**. 2020. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24016/1/PG_COLIC_2020_1_04.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

BEDIAGA, Begonha; PEIXOTO, Ariane Luna; MORIM, Marli Pires. Graziela Maciel Barroso. Esboço Biográfico. **Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/jbrj/pt-br/assuntos/colecoes/arquivistica/graziela-maciel-barroso>. Acesso em: 15 jul. 2023.

DAVIS, Natalie Zemon. **Nas Margens. Três Mulheres do Século XVII**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

DIÉGUEZ, José Luis Rodríguez. **Las Funciones de la Imagem en la Enseñanza: semântica y didáctica**. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 1978.

DIRAC, Paul Adrien Maurice. **The principle of quantum mechanics**. Oxford: Oxford University Press, 1930.

ETHERIDGE, Kay. Maria Sibylla Merian and the metamorphosis of natural history. **Endeavour**, v. 35, n. 1, p. 16-22, 2011. Disponível em : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160932710000700>. Acesso: 20 ago. 2023.

FODOR, Jerry Alan. **Concepts. Where cognitive Science went wrong**. Oxford: Clarendon Press, 1998.

FRANCO, Maria Ciavatta. Quando Nós Somos o Outro: Questões teórico-metodológicas sobre os estudos comparados. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. XXI, n. 72, p. 197-230, ago 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/xGMSnNdj7LYCdPrgFNp7C5Q/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 20 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302000000300011>.

GONZALEZ, Rodrigo Stumpf. O Método Comparativo e a Ciência Política. **Revista Estudos e Pesquisa sobre as Américas**, Brasília, v. 2, n. 1, jan-jun, 2008. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/repam/article/view/16160/14448>. Acesso: 20 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.21057/repam.v2i1.1464>.

GUENTHERODT, Ingrid. Maria Cunitz und Maria Sibylla Merian: Pionierinnen Der Deutschen Wissenschaftssprache im 17. Jahrhundert. **De Gruyter**, v. 14, n. 1, p. 23-49, 1986. Disponível em <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/zfgl.1986.14.1.23/html>. Acesso: 20 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1515/zfgl.1986.14.1.23>

HEARD, Kate. **Maria Merian Butterflies**. London: Royal Colletion Trust, 2016.

HEPPNER, John B. Maria Sibylla Merian (1647-1717): A 375th Anniversary Tribute. **Lepidoptera Novae**, Gainesville, v. 15, n. 3-4, p. 89-110, 2022. Disponível em: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/wp-content/uploads/sites/56/2023/05/Merian-375.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2023.

ISAACSON, Walter. **Einstein. Sua Vida, Seu Universo**. São Paulo: Companhia das Letras, 3a impressão, 2007.

JESUS NETO, Jonathan Thomas de. **Imagens, conhecimento físico e ensino de partículas elementares: Discursos na formação inicial de professores de física**. 2015. 164 f., Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/136488>. Acesso em: 22 ago. 2023.

JOLY, Martine. **Introdução à Análise da Imagem**. Lisboa, Edições 70, 2007.

KUTSCHERA, Ulrich. Maria Sibylla Merian (1647-1717) Pionierin der Entwicklungsbiologie und Ökologie. **Biologie in unserer Zeit**, Weinheim, v. 47, n. 1, p. 28-36, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/biuz.201710610>. Acesso em: 15 jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/biuz.201710610>.

LEMKE, Jay L. Enseñar Todos Los Lenguajes de la Ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. In: BENLLOCH BURRULL, Montse. (eds.). **La Educación en Ciencias: ideas para mejorar su práctica**. Barcelona, Paidós, p. 159-186, 2002.

LEMKE, Jay L. Multiplying Meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In: Martin J. R., Veal, R. (eds.). **Reading Science**, London: Routledge, 1998.

LOPES, Maria Margaret. "Aventureiras" nas ciências: refletindo sobre gênero e história das ciências naturais no Brasil. **Cadernos Pagu**, Campinas, v.10, p. 345-368, 1998. Disponível em: [https://ieg.ufsc.br/public/storage/articles/October2020/Pagu/1998\(10\)/Lopes.pdf](https://ieg.ufsc.br/public/storage/articles/October2020/Pagu/1998(10)/Lopes.pdf). Acesso em: 04 set. 2023.

MACHADO, Elaine Ferreira.; MIQUELIN, Awdry Feisser. As imagens dos estudos observacionais de Maria Sibylla Merian (1647-1717) no ensino de ciências. In: PARRILHA DA SILVA, J. A.; DANHONI NEVES, M. C. (Orgs.). **Imagem: Diálogos e Interfaces Interdisciplinares**, Maringá: EDUEM, p. 170-199, 2021 Disponível em: <https://books.scielo.org/id/dy7z7/pdf/silva-9786587626079-11.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2023.

MACHADO, Elaine Ferreira.; MIQUELIN, Awdry Feisser. Maria Sibylla Merian: uma mulher transformando ciência em arte. **História da Ciência e Ensino**, São Paulo, v. 18, especial, p. 88-105, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/36686/26732>. Acesso em: 16 ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2018v18i1p88-105>.

MAGALHÃES, Tatiana Lobato de. Botânica: una ciencia feminina en Latinoamérica. *La ventana*, Guadalajara, v. 6, p. 236-263, dez 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/884/88455796009/html/>. Acesso em: 15 maio 2023.

MASSARANI, Luísa.; DUQUE-ESTRADA, Maria Ignez. Entrevista Com Graziela Maciel Barroso. **Ciência Hoje**, jul 1997. Republicado em 30/01/2015. **Entrevista à Ciência Hoje Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (www.gov.br)**. Disponível em: <https://www.gov.br/jbrj/pt-br/assuntos/colecoes/arquivistica/arquivo-graziela-maciel-barroso/563>. Acesso em: 17 jul. 2023.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

MAYER, Richard E. Principles for managing essential processing in multimedia learning: segmenting, pretraining, and modality principles. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

MAYR, Ernest. **O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MIRANDA, Carlos Eduardo Albuquerque. Diverso e Prosa. **Pró-Posições**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 197-205, set-dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/jj/pp/a/8Xj8BNm3wSb5NVrxv8QR8VK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MOREIRA, Marco Antônio, **Física de partículas: uma abordagem conceitual & epistemológica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PARRILHA DA SILVA, Josie Agatha; DANHONI NEVES, Marcos Cesar (Orgs.), **Imagem: Diálogos e Interfaces Interdisciplinares**. Maringá: EDUEM, 2021.

PEIXOTO, Ariane Luna; MORIM, Marli Pires. O Jardim Botânico construindo pontes de saberes. In: PADILHA, Roberto; SOARES, Nair de Paula. (Orgs.), **Jardim Botânico do Rio de Janeiro: 1808-2008**. Rio de Janeiro, Artepadiha, p. 133-158, 2008.

PICININI, Cláudia Lino. Imagens no Ensino de Ciências: uma imagem vale mais do que mil palavras? In: Martins Isabel.; Gouvêa, Guaracira; Vilanova, Rita (Orgs.). **O Livro Didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro, p. 147-159, 2012.

SCHNEIDER, Sergio; SCHMITT, Cláudia Job. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. **Cadernos de Sociologia**, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SILVA, Fabiane Ferreira da; RIBEIRO, Paula Regina Costa. A participação das mulheres na ciência: problematizações sobre as diferenças de gênero. **Revista Labrys Estudos Feministas**, Brasília, v. 10, p. 1-25, 2011.

SOUZA, Roosilenny dos Santos. O Ensino Secundário em Corumbá, Sul do Estado de Mato Grosso: O Ginásio Maria Leite (1918-1937). 2010. 95 f., Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2010. Disponível em: <https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/8156-o-ensino-secundario-em-corumba-sul-do-estado-de-mato-grosso-o-ginasio-maria-leite-1918-1937.pdf>. Acesso, 13 jul. 2023.

TOMIO, Daiela; GRIMES, Camila; RONCHI, Daiane Luchetta; PIAZZA, Fernanda; REINICKE, Karina; PECINI, Vanessa. As Imagens no Ensino de Ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 10, n. 1, p. 25-40, 2013. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1210/1077>. Acesso: 28 abr. 2023.

TOULMIN, Stephen. **Human understanding. The collective use and evolution of concepts**. v. 1, Princeton University Press, 1972.

VELASCO, M. Carmen. Maria Sibylla Merian o la pasión por las orugas, **Revista Naturalmente**, Madrid, n. 16, p. 11-15, dec. 2017.

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Lyon, v.10, n.2-3, p. 133-170, 1990.

VILLAFANE, Justo. **Introducción a la Teoría de la Imagem**. Madrid: Pirámide, 2006.