

# Ilustração Científica como Prática Epistêmica em uma Sequência Didática para o combate a Cegueira Botânica

Thiago Marinho Del-Corso<sup>1</sup>, Sílvia Luzia Frateschi Trivelato<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo/ Doutorando da Faculdade de Educação/  
[thiagodelcorso@usp.br](mailto:thiagodelcorso@usp.br)

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo/ Faculdade de Educação/ [slftrive@usp.br](mailto:slftrive@usp.br)

## Resumo

O presente trabalho apresenta argumentos para se considerar Ilustrações Científicas (ICs) de plantas como Prática Epistêmica (PE) típica da ciência botânica. Investiga também o potencial de uma Sequência Didática (SD) com ICs para o combate a Cegueira Botânica (CB). O *corpus* de dados foram desenhos produzidos por alunos de licenciatura em Ciências da Natureza. Estes foram considerados ICs por apresentarem preocupação estética e rigor científico. Para análise dos aspectos estéticos foram considerados: Verossimilhança, Detalhamento, Textura, Coloração, Volume, Variação do posicionamento, Preenchimento e Ampliação de estruturas. A evolução em relação ao rigor científico foi aferida pelo aumento da quantidade de estruturas das flores e folhas representadas. Concluiu-se que engajamento na PE de IC tem potencial na promoção da Alfabetização Científica (AC), tanto no que tange a construção do conteúdo conceitual (primeiro eixo da AC) como em relação a Natureza da Ciência (segundo eixo).

**Palavras chave: Alfabetização Científica, Cegueira Botânica, Práticas Epistêmicas, Ilustração Científica, Formação Professores**

## Abstract

The present work presents arguments to consider Scientific Illustrations (SIs) of plants as Epistemic Practice (EP) typical of botanical science. It also investigates the potential of a Didactic Sequence (DS) with SIs to combat Plant Blindness (PB). There are justifications for why SI are considered as botany EP. The data corpus were drawings produced by undergraduate students in Natural Sciences. These were considered SI because they present aesthetic concern and scientific rigor. For analysis of the aesthetic aspects were considered: Likelihood, Detailing, Texture, Coloring, Volume, Variation of positioning, Fill and Expansion of structures. The evolution in relation to the scientific rigor was verified by the increase in the quantity of structures of the flowers and leaves properly represented. It was concluded that engagement in the PE of SI has the potential to promote Scientific Literacy (SL), both in terms of the construction of the conceptual content (first axis of SL) and in relation to the Nature of Science (second axis).

**Key words: Scientific Literacy, Plant Blindness, Epistemic Practices, Scientific Illustration, Teacher Training**

## Introdução

A primeira parte da introdução desse trabalho expõe brevemente os problemas enfrentados em relação ao ensino de Botânica e apresenta a ideia de Cegueira Botânica (CB) e seu significado. Salatino e Buckeridge (2016) têm um interessante artigo que já no título diz a que veio, “Mas de que te serve saber botânica?”. Os autores apresentam que a Botânica foi considerada, dos tempos de Carolus Linnaeus (século XVIII) até o início do século XX, como *Scientia amabilis*, termo inclusive criado por Lineu. Acontece que na escola, e mesmo para muitos graduandos de licenciatura em ensino de Ciências/Biologia, essa ciência passou, nos dias de hoje, a ser melhor associada a *Scientia neglecta*, vide o descaso, indiferença e até mesmo aversão existente. A parte do ensino que lhe cabe é considerada árida, complicada e entediante (GUERRA e FIUZA, 2015; SALATINO e BUCKERIDGE, 2016; WANDERSEE e SCHUSSLER, 2001). Milach et. al (2015) afirma ser perceptível haver uma maior dificuldade no ensino e aprendizagem de Botânica que em outras áreas da Biologia. Os autores creditam isso ao desinteresse dos estudantes por esta área e o despreparo dos professores. Towata et al (2010) relaciona estas dificuldades a má formação dos professores. Relatam inclusive ter encontrado em suas revisões que as preocupações com o ensino de Botânica são antigas, encontraram referências a estes problemas desde o 3º Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Botânica e até anteriormente, já que em 1937 Rawitscher (*apud* Towata et al, 2010) já apontava a dificuldade de tornar o ensino de Botânica menos “enfadonho”.

Wandersee e Schussler (2001) identificaram como grande desafio ao ensino e aprendizagem de Botânica o fato de que parte das pessoas não conseguem perceber as plantas que existem no ambiente, cunhando então o termo *Plant blindness*. Em português tratado como Cegueira Botânica (CB) (GUERRA e FIUZA, 2015; SALATINO e BUCKERIDGE, 2016; MILACH et. al, 2015; TOWATA et al, 2010). A Cegueira Botânica pode ser definida como:

A incapacidade de ver ou perceber as plantas no próprio ambiente, levando a: (a) incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e nos assuntos humanos; (b) a incapacidade de apreciar as características biológicas estéticas e únicas das formas de vida pertencentes ao Reino Vegetal; e (c) a classificação equivocada e antropocêntrica das plantas como inferiores aos animais, levando à conclusão errônea de que elas são indignas da consideração humana. (WANDERSEE e SCHUSSLER, 2001, pg 3, tradução nossa)

Salatino e Buckeridge (2016) trazem também que o ensino de Botânica no Brasil, e em outros países, está em um círculo vicioso. Os professores comumente apresentam CB e desta forma não têm como motivar seus alunos. A consequência é que a Botânica acaba tornando-se uma matéria árida, difícil e desinteressante para os alunos, dos quais uma parcela pode vir a se tornar também professores. Mas quais as consequências do comprometimento do ensino-aprendizagem de botânica? As plantas têm importância, ecológica (são a base da cadeia alimentar), econômica (ex: *agrobusiness*), cultural (ex: lendas indígenas e conhecimento tradicional), medicinal (tanto em relação a sua toxicidade como ao seu potencial médico), alimentar (trigo, arroz, milho, são as culturas agrícolas mais importantes do planeta e sustentam a civilização hoje), histórico e etc. O comprometimento do ensino-aprendizagem de Botânica – “(...) *pode levar a população a deixar de se importar com o meio ambiente, o que nos colocaria no rumo de destruição dos biomas, levando os animais e a nós mesmos à extinção*”- (SALATINO e BUCKERIDGE, 2016, pg 180).

Towata et al (2010) dizem ser importante buscar e discutir estratégias para combater a CB. Guerra e Fiuza (2015) relatam que os desenhos têm presença marcante nos atuais materiais

didáticos de biologia, mas de acordo com Salatino e Buckeridge (2016) há uma predileção por mostrar exemplos com animais tanto no ensino como na mídia.

### **Seriam as Ilustrações Científicas (ICs) uma ferramenta/metodologia interessante para superar a Cegueira Botânica (CB) e o ciclo vicioso que advém desta?**

Após discorrer brevemente sobre alguns dos problemas enfrentados no ensino de Botânica e caracterizar a ideia de Cegueira Botânica (CB) e seu significado, o presente trabalho apresenta o que são Ilustrações Científicas (ICs) e argumentos defendendo a produção de ICs de plantas como uma possibilidade de ferramenta didática. Para Milach et al (2015) as ICs têm grande potencial como ferramenta didática no ensino de Botânica, sendo útil para aprender aspectos anatômicos, fisiológicos e relacionados a sistemática. Também que as ilustrações promoveriam uma aproximação com a natureza, criando um maior interesse pela Botânica e desta forma favorecendo o processo de aprendizagem. De acordo com Almeida (2014) a IC é um tipo de representação figurativa com a finalidade de registrar, traduzir e complementar observações, experimentos e descrições de espécies. O primeiro requisito é a informação visual fidedigna, mas uma das principais características definidoras da Ilustração Científica reside na associação da estética da Arte com a objetividade da Ciência. Almeida afirma então que, em relação a descrição de espécimes – *“As qualidades estéticas, supostamente secundárias, são apreciadas porque tornam o desenho do espécime mais atraente e com frequência mais inteligível”*-.

Moura et. Al (2016) afirmam que a Ilustração Científica (IC), que consiste na aplicação de conhecimentos científicos na representação da biodiversidade, seria uma opção de prática eficaz e prazerosa para o processo de ensino e aprendizagem. Essa metodologia, diferenciada das abordagens conteudistas e cheias de nomes comumente encontradas no ensino de botânica, seria capaz de propiciar uma importante sensibilização, a qual, então, poderia propiciar um novo olhar para a natureza. Olhar esse importante para a conservação e consecutivamente a educação ambiental. Os autores apregoam que essa metodologia poderia ser utilizada tanto para alunos na escola básica como para professores em formação, desde os anos iniciais até a pós-graduação. Seu uso teria ainda, de acordo com os autores, o potencial de interligar as Artes às Ciências. Apesar disso os professores pouco utilizam dessa prática no ensino dos conteúdos de Ciências e Biologia.

### **Tudo parece ser arte e tudo parece ser ciência (Milach et al, 2015)**

De acordo com Milach et. al (2015) as ICs são imagens produzidas por ilustradores que apresentam ao mesmo tempo valor estético e rigor científico. Isso pois se dirigirem não só ao público geral (apreciação pelo estético), mas também à comunidade científica (exigência de rigor)<sup>4</sup>.

Hickman et al (2017) afirma que as representações realistas das plantas teriam surgido no primeiro século para ilustrar as ervas monásticas, e durante 1000 anos seriam produzidas principalmente por cópias subsequentes. Daí que apenas no Renascimento o naturalismo seria trazido de volta à ilustração botânica, com artistas importantes da época, como Leonardo da Vinci (1452-1519) e Albrecht Dürer (1471-1528), dando importantes contribuições. Essas ilustrações da Renascença teriam então sido precursoras da era de ouro da ilustração botânica, nos cerca de cem anos de 1750 a 1850. Os autores afirmam que a ilustração botânica tornar-se-ia nos anos seguintes, durante o Iluminismo, cada vez mais importante, já que as potências coloniais, e empreendedores, financiavam viagens de descoberta. Os cientistas precisavam de artistas que pudessem registrar fielmente o caráter e as características das coleções de espécies enquanto estivessem frescas. Vale ressaltar que, antes da fotografia, a ilustração

botânica era a única maneira de registrar visualmente como era uma planta. E os autores afirmam, após revisar seis importantes publicações da área, que apesar do papel expandido das fotografias, elas não tomaram o lugar das ilustrações botânicas na literatura científica (HICKMAN et al, 2017). Milach et. al (2015) trazem também que por mais que tenham havido avanços tecnológicos, como a facilidade e qualidade das fotografias digitais, estas ainda não foram capazes de substituir o olho humano e sua habilidade em lidar com profundidade, campo, exposição, processamento de detalhes ou a capacidade de dar ênfase a certos detalhes.

Silva (2009) entende que as imagens facilitariam a compreensão da ciência, e que – “*a ciência sempre usou imagens para pensar, comunicar entre pares, ensinar (...)*”-. Também que - “*O desenho seria uma linguagem universal que, frequentemente, dispensaria o texto descritivo e a oralidade para explicar os objetos; a ilustração científica, portanto, funcionaria como ferramenta de apoio à imaginação para explicar ciência*”-. Fiuza e Guerra (2015) afirmam que na tradição ocidental, a pintura e o desenho têm sido tratados como ciência, reforçando inclusive que no século XVIII a ilustração científica representacional tinha uma grande força na história natural.

Hickman et al (2017) traz exemplos icônicos de ilustradores botânicos que nos séculos XVII e XVIII viajaram pela América do Sul, citando entre outros os botânicos Jose Celestino Mutis (1732–1808), Don Hipolito Ruiz Lopez (1754–1816), Don Jose Pavon Jimenez (1754–1840) e Joseph Dombey (1742–1794). Para aqueles que viajaram pelo Brasil Carl Friedrich Philipp von Martius (1794–1868), Aimée Bonpland (1773–1858) e Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt (1769–1859). Já em relação ao século 20 os autores afirmam que a mais importante personalidade na arte botânica na América do Sul foi Margaret Mee, reconhecendo em relação a essa também seu papel como ambientalista com sua enorme contribuição para a conscientização global do que estava sendo perdido na Amazônia por meio da degradação ambiental.

Milach et al (2015) identificam o diálogo entre arte e ciência muito remotamente, as autoras vêm os primórdios desse diálogo já nas pinturas rupestres pré-históricas do Paleolítico Superior (aproximadamente 40000 a.C.), isso pois identificam nessas uma interpretação da natureza. Para Fiuza e Guerra (2015) – “*(...) toda imagem, seja ela desenhada ou fotografada, é expressão do nosso entendimento da realidade e não seu reflexo, ou seja, as imagens são signos que são produzidos para comunicar algo a alguém*”. Ao invés de “simples” representações da realidade, as imagens revelariam dimensões do conhecimento e intelecto, mediados por aspectos sensoriais. Em específico ao que tange a botânica, afirmam que a produção das imagens teria o potencial de aumentar a semiose a respeito das plantas (folhas, flores, frutos, raízes) ampliando suas significações e reflexões a respeito de suas funções. Os autores defendem o uso de ICs para explorar questões de Natureza da Ciência (NdC).

Azevedo e Del-Corso (2017) tratam os desenhos produzidos por alunos em uma sequência didática como PE, identificando grande potencial no uso desses para a promoção da Alfabetização Científica (AC). Mais especificamente no que diz respeito à produção e comunicação do conhecimento científico, ou seja, relacionados aos aspectos epistemológicos da construção do conhecimento científico, os quais Sasseron e Carvalho (2011) consideram como um dos eixos estruturantes da própria AC (Natureza da Ciência).

A AC é atualmente considerada um objetivo central no que tange o ensino de ciências, e de acordo com Sasseron e Duschl (2016), para promover a AC, à escola não pode se pautar apenas na explicitação dos conceitos, leis e teorias científicas, mas deveria trabalhar aspectos epistemológicos que permeiam e permearam os processos da construção do conhecimento científico. De acordo com Kelly e Licon (2018), considerar a AC como uma visão de

aprendizagem implica almejar um "domínio de uma série de práticas epistêmicas". Os mesmos autores definem Práticas Epistêmicas (PE) como os elementos usados por uma determinada comunidade científica na construção do conhecimento científico (produção, comunicação, avaliação e legitimação).

Kelly e Licon (2018) afirmam haver PE mais gerais, que se associam a produção do conhecimento científico em diferentes áreas, como a argumentação ou a produção de explicações, mas também que há PE mais específicas a certas áreas. Almeida (2014) – “(...) considera a *Ilustração Científica* como uma técnica especializada associada a uma arte antiga, que há cinco séculos serve aos naturalistas, Biólogos, Médicos e outros Cientistas”-. O mesmo autor afirma que – “(...) os biólogos usam a *Ilustração Científica* como ferramenta para a descrição e divulgação do espécime estudado. Essa relação entre a taxonomia e a *Ilustração* é estreita, embora atualmente a taxonomia seja também estudada através de dados moleculares e não mais apenas pela classificação de caracteres morfológicos”-. Também que – “(...) o *Desenho* mostra-se ainda fortemente essencial para a Ciência, sobretudo para as Biológicas. Mesmo diante do avanço tecnológico, ainda se utiliza a *Ilustração Científica* para a conclusão de um bom trabalho taxonômico de Botânica e Zoologia, por exemplo”-. Por fim os autores salientam que a IC pode ser encontrada na maioria dos estudos botânicos e tem sido uma prática crescente entre pesquisadores das Universidades brasileiras, sobretudo entre os Biólogos, sendo amplamente valorizada na atualidade. Desta forma as ICs podem ser consideradas PE características das ciências biológicas, em especial da botânica. De acordo Hickman et al (2017) os botânicos artistas e os artistas botânicos (respectivamente botânicos que se embrenharam em representar artisticamente as plantas e artistas que se engajaram em aprender Botânica para confeccionar suas ICs) tiveram, ao longo da história, um papel importante na descoberta e descrição da diversidade de plantas. As ICs botânicas teriam sido, e ainda seriam, um importante meio de identificação, análise e classificação, servindo médicos, farmacêuticos, cientistas botânicos, taxonomistas, colecionadores de plantas, jardineiros, designers e entusiastas amadores da história natural. Os autores reconhecem que os artistas botânicos tiveram e têm uma importante contribuição para a ciência botânica, ajudando a definir táxons, aumentando a conscientização destes táxons e alcançando um público mais amplo que apenas a comunidade científica.

Anteriormente foram apresentadas justificativas do porquê de considerarmos as ICs como PE característica da ciência Biologia e, em especial, da Botânica. Agora serão apresentados apoios ao uso das ICs como ferramenta para promoção da AC. Crujeiras-Perez e Jiménez-Aleixandre (2017) afirmam que envolver estudantes em PE poderia propiciar aprendizagem sobre Natureza da Ciência (NdC) (NOS, do Inglês Nature of Science), ou seja, sobre como o conhecimento científico é construído. Dessas duas premissas deriva o entendimento de que o engajamento de licenciandos na produção de ICs de plantas corresponderia ao envolvimento em PE típica dessa ciência e, consecutivamente, teria o potencial de promover o desenvolvimento por esses na compreensão de como se dá a construção do conhecimento nessa área. Ou seja, promoveria aprendizagem sobre a NdC da ciência Botânica. Por fim salientamos que o aprendizado sobre NdC constitui o segundo eixo estruturante da AC. Logo o engajamento na PE da IC de plantas promoveria a AC, tanto no que tange a construção do conteúdo conceitual (primeiro eixo da AC) como em relação a NdC (segundo eixo da AC). Finalmente entendemos que a AC em conteúdos conceituais de Botânica e em NdC Botânica teria o potencial de combater a CB. Também pois o engajamento na produção de ICs botânicas do entorno dos licenciandos aumentaria a percepção as plantas que existem no ambiente, ofereceria oportunidade de apreciação das características biológicas estéticas e únicas das formas de vida pertencentes ao Reino Vegetal.

## Objetivos

Primeiramente este trabalho apresentou argumentos para considerar Ilustrações Científicas (ICs) de plantas como Prática Epistêmica (PE) típica da ciência botânica e, por conseguinte, ter potencial para promoção da Alfabetização Científica (AC). Após estabelecida esta premissa o trabalho investiga o potencial de uma Sequência Didática (SD) com ICs de plantas para a promoção da AC e combate a Cegueira Botânica (CB).

## Metodologia

A primeira parte da metodologia apresenta a Sequência Didática (SD) produzida, seu contexto de aplicação e o tipo de dado que foi produzido. Depois é apresentada a metodologia de análise das ICs produzidas pelos alunos na SD. Estes constituíram o *corpus* de dados do trabalho.

A SD foi aplicada na Faculdade SESI de Educação (FASESP) para a turma do segundo ano de Licenciatura em Ciências da Natureza. O referido curso tem como objetivo a formação de professores de Ciências para o ensino fundamental II e ensino de Física, Química ou Biologia para o ensino médio. Um dos autores deste trabalho é professor da instituição desde o segundo semestre de 2017 e foi o aplicador da SD. A classe continha à época (2018) 16 licenciandos de perfis diversos, havendo graduandos recém-saídos do ensino médio e com as idades condizentes, 17 ou 18 anos, até alunos formados a muitos anos, sendo pais ou mães de família e alguns inclusive cursando sua segunda graduação.

A primeira aula da SD foi uma introdução ao curso de Botânica, iniciando-se com uma apresentação do conceito, de forma dialogada expositiva, de CB (baseado em Wandersee e Schussler, 2001), seus motivos e implicações para o ensino de ciências e na formação de professores. No final da aula foi pedido que cada licenciando desenhasse, de memória, uma planta, preferencialmente com sua respectiva flor ou uma planta e uma flor. O desenho produzido nesta primeira aula foi intitulado D1. Foram 14 desenhos, já que dois alunos haviam faltado. Ainda no final da primeira aula foi pedido para cada licenciando desenhar uma planta observando a mesma diretamente, preferencialmente *in loco* ou coletando parte da mesma. Como parte da comanda foi dito que esta planta deveria ser de fácil acesso para um posterior retorno. Apenas 10 desenhos constituíram o segundo conjunto de dados e foram chamados de D2, já que quatro licenciandos fotografaram as flores ao invés de desenhá-las com observação direta. E dois não entregaram os desenhos.

Na segunda aula da SD foi usado como estratégia didática a projeção do documentário “Margareth Mee e a Flor da Lua”. Sendo então solicitado que os licenciandos fizessem, inspirados pelas ICs da personagem, um terceiro D3, novamente com observação direta e se possível da mesma planta desenhada em D2. Uma aluna desenhou outra flor. O quarto e último desenho (D4) foi feito após terem sido trabalhados a anatomia macroscópica das plantas, também com observação direta da planta e das mesmas plantas anteriormente desenhadas. Apenas cinco licenciandos entregaram D4. Para abordar a anatomia macroscópica de folhas e flores foram usados roteiros dirigidos e exemplares coletados de plantas. As aulas se deram no laboratório de Biologia. Para o reconhecimento das partes e arranjos das flores (cálice, corola, androceu, gineceu e suas estruturas constituintes) foram trazidos exemplares de plantas ornamentais comuns (*Azálea* - *Rhododendron sp.* – provavelmente *simsii*, Pata-de-vaca, *Bauhinia forficata* e *Hibiscus* – *Hibiscus sp.* provavelmente *rosa-sinensis*). Esta atividade prática foi adaptada da 6ª atividade da “Proposta para o ensino de botânica: curso para atualização de professores da rede pública de ensino”,

disponível em (<<http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/bmaterial1.pdf>> acesso em 11 outubro 2018). Para abordar a anatomia das folhas foi elaborado outro estudo dirigido com questões sobre as partes, estruturas e tipos de folhas, o qual foi acompanhado de um texto impresso para consulta retirado de: <<http://www.anatomiavegetal.ib.ufu.br/pdf-recursos-didaticos/morfvegetalorgaFOLHA.pdf>> (acesso em 11 outubro de 2018) e exemplares de plantas ornamentais comuns (Azálea - *Rhododendron sp.* – provavelmente *simsii*, Pata-de-vaca, *Bauhinia forficata*, Pingo-de-ouro - *Duranta erecta aurea*, Clúsia - *Clusia fluminensis* e Bambu-japonês - *Pseudosasa japonica*).

O documentário “Margareth Mee e a Flor da Lua”, dirigido pela cineasta Malu De Martino, conta a história da britânica, radicada no Brasil em 1952, Margaret Mee (1909-1988). Reconhecida como uma das mais importantes ilustradoras científicas da flora brasileira e referência mundial por retratar a natureza utilizando técnicas científicas dentro de um contexto artístico. Seu legado contém mais de 400 ilustrações botânicas, 40 sketchbooks (caderno de esboços) e quinze diários sobre a flora da Amazônia. Margaret tem também amplo reconhecimento nacional e internacional por seu papel como ambientalista e defensora da Amazônia. O filme tem como pano de fundo a última expedição (foram 15 ao todo) de Margaret, então com 79 anos, pela Amazônia. Expedição que tinha como objetivo procurar a “flor-do-luar”, *Selenicereus wittii*, espécie de cacto que só floresce à noite, por algumas horas, e é endêmica na região do arquipélago das Anavilhanas. (BECKER, 2012).

O *corpus* de dados deste trabalho consistiu nos desenhos produzidos pela SD acima descrita. Ao final da SD cada aluno havia produzido quatro desenhos, D1 (feito em sala de aula e por memória), D2 (feito com observação direta da planta), D3 (com observação direta e após assistir o documentário) e D4 (após ter aulas sobre anatomia macroscópica vegetal). A comparação foi feita entre D2, D3 e D4 de cada aluno quando houvessem, ou apenas entre D2 e D3. Optou-se por comparar os desenhos feitos por cada aluno individualmente e não a comparação entre os licenciandos, já que as habilidades individuais contam e variam muito.

Dado que as ICs são imagens produzidas por ilustradores que apresentam ao mesmo tempo valor estético e rigor científico (Milach et. Al, 2015) foi decidido avaliar ambos aspectos. Nossa hipótese é que o documentário de Margaret Mee produziria efeitos positivos nos aspectos estéticos, possíveis de serem observados a partir da comparação entre D2 e D3 e que o rigor científico dos desenhos seria valorizado principalmente no quarto desenho (D4). Abaixo apresentamos a primeiro a metodologia utilizada para avaliar os aspectos estéticos dos desenhos e depois os critérios para aferir se houve incremento no rigor científico.

### **Análise dos aspectos estéticos**

Oliveira e Conduru (2004) trazem que a distinção do que é arte e do que não é são relativos e que algumas possibilidades de critérios para consagração de uma imagem como obra de arte são a sua exposição para apreciação estética em salões e academias de arte, museus ou até mesmo por escolha pessoal em âmbitos privados ou para amenização e ornamentação de espaços como em consultórios hall de casas, repartições e etc. A comercialização também pode ser um exemplo de critério. Acontece que as ICs, particularmente as botânicas, são amplamente comercializadas e usadas para ornamentação e amenização de ambientes, assim como dispostas em academias de arte, museus e etc.

Há uma inerente subjetividade na avaliação de aspectos estéticos de um desenho ou IC e nesse trabalho não almejamos de forma alguma esgotar este tema. A intenção aqui foi apresentar algumas possibilidades de análise do amadurecimento estético dos desenhos produzidos pelos licenciandos. Para tal foram considerados os seguintes critérios:

- 1) Verossimilhança com a planta original, isto é, a capacidade de representar com o maior nível de semelhança, permitindo então a identificação dos seres representados (OLIVEIRA e CONDURU, 2004). Para este critério comparou-se os desenhos com as fotografias das plantas modelo desenhadas.
- 2) Detalhamento. Este é um aspecto importante já que permite a acentuação de certos aspectos do objeto em estudo. A imagem deve oferecer a maior quantidade de informações, sem no entanto que isso signifique uma inclusão excessiva, já que detalhes demais confundirão e não auxiliarão na leitura da imagem representados (OLIVEIRA e CONDURU, 2004). Para isso os desenhos D2, D3 e D4 de cada aluno foram comparados quando ao seu nível de detalhamento.
- 3) Textura (MILACH et al, 2015). Para este critério procurou-se verificar se houve preocupação com a representação de textura das plantas nos desenhos.
- 4) Cores (MILACH et al, 2015). A adoção de cores nos desenhos foi considerada sinal de esmero. Almeida traz que – “(...) dentro da botânica assim como na zoologia, características como cor e textura são fundamentais na classificação da espécie (...)”.
- 5) Volume/profundidade (MILACH et al, 2015; OLIVEIRA e CONDURU, 2004). Procurou-se também aferir a tentativa de representar as três dimensões das plantas desenhadas, de se usar recursos de profundidade. Isso foi feito de forma subjetiva, mas a presença de sombreado, mesmo não sendo garantia ou condição *sine qua non* constitui indício (ALMEIDA, 2014).
- 6) Variação do posicionamento. De acordo com Oliveira e Conduru (2004) – “o ideal é que uma flor ou um inseto seja representado em posições variadas”.
- 7) Preenchimento/ocupação do espaço/fundo. O acréscimo de informações extras como tamanho, ambiente a volta, interações com outros organismos ou o simples preenchimento do papel do desenho foram considerados incrementos estéticos.
- 8) Ampliação de estruturas. Milach et al (2015) afirma ser importante a ampliação de partes como folhas, flores, e raízes, já que isso facilitaria a observação de cada representação e a conseguinte associação do desenho com a planta modelo.

### **Análise do rigor científico**

Para Almeida (2014) foi a partir do renascimento que passou a ser exigido maior fidedignidade as ICs, principalmente no que tange as características usadas na taxonomia botânica para a identificação das espécies. Isso, por conseguinte, exigiria conhecimento botânico específico. Os critérios de análise em relação ao rigor científico foram inspirados em Milach et al (2015), em que as presenças das estruturas florais eram computadas (Antera, Filete, Estigma, Estilete, Pétalas, Sépala e Pedicelo). Em nossos critérios usamos também as características das folhas, sendo avaliada a correta representação do: Formato do Limbo, Nervuras, Borda, Pecíolo, Filotaxia, Estípulas e Borda.

Como recurso de observação os desenhos D2, D3 e D4 de cada aluno, e a respectiva foto da planta, foram colocados lado a lado e os critérios estéticos e de rigor científico analisados. Os resultados dessas análises foram plotados numa tabela de Excel para cada aluno. Cada aspecto estético poderia receber uma pontuação de 0 a 3. Já quanto ao rigor científico era atribuído 0 para a ausência e 1 para a correta representação. Os resultados foram computados e analisados.

Aluno	Rigor Científico	D1	D2	D3	D4	Aspectos Estéticos	D1	D2	D3	D4
A1	Flor e seus Verticilos	Antera				Verossimilhança				
		Filete				Detalhamento				
		Estigma				Textura				
		Estilete				Cores				
		Pétalas				Volume				
		Sépalas				Varição posicionamento				
		Pedicelo				Preenchimento				
	Folha	Formato Limbo				Ampliação de estruturas				
		Nervuras				Total				
		Borda								
		Pecíolo								
		Filotaxia								
		Estípula								
		Total								

## Resultados

Verificou-se melhoria das ICs produzidas pelos alunos ao longo da SD em relação tanto aos aspectos estéticos quanto ao rigor científico. Em relação aos critérios usados para análise dos aspectos estéticos (Verossimilhança, Detalhamento, Textura, Coloração, Volume, Variação do posicionamento, Preenchimento e Ampliação de estruturas) foi observado incremento no compito final da pontuação dos desenhos de seis entre oito licenciandos quando comparados D2 e D3. Também é possível verificar aumento na pontuação final quando comparados D2 (77) e D3 (105). Não é possível estabelecer uma relação causa e efeito direta entre a projeção do documentário “Margareth Mee e a Flor da Lua” e um maior esmero nos desenhos, mas é plausível acreditar haver correlação, já que a planta modelo era a mesma, e o documentário foi projetado após os licenciandos terem feito D2 e anteriormente a D3.

Aluno	Aspectos estéticos			Aluno	Rigor científico		
	D2	D3	D4		D2	D3	D4
A1	13	12	15	A1	4	4	5
A2	6	11	13	A2	6	6	7

A3	13	18	20	A3	8	9	13
A4	12	13	10	A4	6	7	10
A5	8	12	9	A5	5	7	9
A6	1	9		Total	29	33	44
A7	10	9					
A8	14	21					
Total	77	105					

Quanto ao rigor científico pode ser observado que para todos os licenciandos que entregaram os quatro desenhos ocorre um aumento na quantidade das estruturas representadas. Também pode-se perceber que em cinco desenhos D2 foram representadas 29 estruturas, em D3 33, já em D4 foram 44. Novamente não é possível estabelecer uma relação causa e efeito direta entre o aumento da quantidade de estruturas representadas e as aulas teórico práticas sobre as formas e estruturas das flores e folhas, mas também parece ser plausível haver alguma correlação. Vale lembrar que as aulas que versavam sobre as estruturas e os componentes das flores e folhas ocorreram após os licenciandos terem feito o 3º desenho (D3) e antes de fazerem a 4ª ilustração (D4). Outro fator que apoia a plausibilidade da correlação é o fato de que ocorre um aumento mais significativo da quantidade de estruturas representadas na comparação de D3 e D4 (11) do que entre D2 e D3 (3). Essa maior diferença apoia a suposição de que as aulas teórico práticas sobre as formas e estruturas das flores e folhas podem ter relação com o aumento da quantidade de estruturas representadas. Por fim há o fato de que dois de cinco licenciandos representaram a mesma quantidade de estruturas em D2 e D3, mas nenhum deixou de representar mais estruturas após as aulas teórico práticas em comparação com o desenho anterior (comparação entre D3 e D4).



Figura 1: Exemplos do segundo (D2) e terceiro (D3) desenhos de uma aluna para ilustrar o incremento nos aspectos estéticos.



Figura 2: Ilustrando o incremento no rigor científico e da esquerda para a direita, foto da planta utilizada como modelo e enviada pela aluna, segundo desenho (D2), terceiro desenho (D3) e quarto desenho (D4).

## Conclusão

Autores como Milach et al (2015) Moura et. al (2016) e Almeida (2014) afirmam que a IC consiste na produção de desenhos para representar a biodiversidade em que a aplicação de conhecimentos científicos se soma a preocupações com aspectos estéticos para melhorar a fidedignidade, o que teria grande importância para identificação, análise e classificação. Acreditamos que os desenhos produzidos pelos licenciandos apresentaram incrementos no que tange a estes dois aspectos, ou seja, tanto em relação ao rigor científico, quanto aos seus aspectos estéticos.

Mesmo não podendo ser garantida uma relação direta de causa e efeito, é válido supor haver correlação entre o amadurecimento estético dos desenhos produzidos pelos licenciandos e a projeção do documentário “Margareth Mee e a Flor da Lua”. Isso já que após a projeção do referido documentário houve significativa melhora dos desenhos em relação aos critérios usados para análise dos aspectos estéticos (Verossimilhança, Detalhamento, Textura, Coloração, Volume, Variação do posicionamento, Preenchimento e Ampliação de estruturas). Admitimos haver subjetividade na avaliação de aspectos estéticos e um número reduzido de desenhos analisados.

A evolução em relação ao rigor científico foi aferida pelo aumento da quantidade de estruturas das flores e folhas (Antera, Filete, Estigma, Estilete, Pétalas, Sépala, Pedicelo, Formato do limbo, Nervuras, Borda, Filotaxia e Estípulas), quando adequadamente representadas, nos desenhos. Novamente não é possível estabelecer uma relação causa e efeito direta, mas é plausível considerar haver correlação com as aulas teórico-práticas, já que o progresso se deu principalmente após essas aulas.

Consideramos que os desenhos dos licenciandos podem ser considerados ICs, já que há evidências de preocupação tanto com relação aos aspectos estéticos como quanto ao rigor científico. O progresso no esmero dos aspectos estéticos e no rigor científico permite considerar que houve engajamento na produção das ICs. E já que ICs podem ser consideradas como uma PE característica da ciência biologia e, em especial, da botânica, entendemos então que houve engajamento em PE e por conseguinte aprendizagem sobre NdC.

Com isso posto concluímos que o engajamento na PE da IC Botânica têm potencial para a promoção da AC, tanto no que tange a construção do conteúdo conceitual (primeiro eixo da AC) como em relação a NdC (segundo eixo da AC). Acreditamos que promoção da AC em conteúdos conceituais de Botânica e em NdC Botânica teria o potencial de combater a CB. O combate a CB se dá também pelo aumento da percepção das plantas que existem no entorno e por proporcionar oportunidade de apreciação das características biológicas estéticas e únicas das formas de vida pertencentes ao Reino Vegetal.

## Agradecimentos e apoios

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento, ao Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade de São Paulo e a Faculdade SESI de Educação.

## Referências

ALMEIDA, A. S. D., “O desenho de Margaret Mee: Contribuições para a taxonomia botânica”. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2014.

AZEVEDO, N. H.; DEL-CORSO, T. M.; TRIVELATO, S. L. F. Robert Hooke e a pulga: um episódio histórico em sala de aula com o uso de desenhos e descrições como práticas epistêmicas. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p.3623-3628, 2017.

BECKER, E. L. S., A Obra de Margaret Mee e sua Provável Relação com os Procedimentos Metodológicos de Alexander Von Humbolt. **REVISTA GEONORTE**, [S.l.], v. 3, n. 4, p. 01-12, 2012.

CRUJEIRAS-PEREZ, B.; JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. High school students' engagement in planning investigations: findings from a longitudinal study in Spain. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 18, n. 1, p. 99-112, 2017.

FIUZA, L; GUERRA, A., **Ilustrações científicas em sala de aula: analisando o exemplo didático de Lineu**. X ENPEC Águas de Lindóia, SP 2015.

HICKMAN, E. J.; YATES, C. J.; HOPPER, S. D., Botanical illustration and photography: a southern hemisphere perspective. **Australian Systematic Botany**, v. 30, n. 4, p. 291-325, 2017.

KELLY, G. J.; LICONA, P., Epistemic practices and science education. In: **History, Philosophy and Science Teaching**. Springer, Cham, 2018. p. 139-165.

MILACH, E. M.; LOUZADA, M.C.; ABRÃO, R. K.; DORNELLES, J. E. F., A ilustração científica como uma ferramenta didática no ensino de Botânica. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 3, 2015.

MOURA, N. A.; SILVA, J. B.; SANTOS, E. C., ENSINO DE BIOLOGIA ATRAVÉS DA ILUSTRAÇÃO CIENTÍFICA. **Revista Temas em Educação**, v. 25, p. 194-204, 2016.

OLIVEIRA, R. L.; CONDURU, R., Nas frestas entre a ciência e a arte: uma série de ilustrações de barbeiros do Instituto Oswaldo Cruz. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.11, n.2, p.335-384, Aug. 2004.

SALATINO, A; BUCKERIDGE, M., "Mas de que te serve saber botânica?". **Estud. av.** V. 30, n.87, 2016, p.177-196

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

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A., ENSINO DE CIÊNCIAS E AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS: O PAPEL DO PROFESSOR E O ENGAJAMENTO DOS ESTUDANTES/Science Teaching and epistemic practices: teachers' role and students' engagement. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52, 2016. ISSN 1518-9384.

SILVA, E. R. B., Imagens facilitam a compreensão da ciência. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 61, n. 3, p. 64-65, 2009

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C., Análise da percepção de licenciandos sobre o "Ensino de Botânica na Educação Básica". **Revista da SBenBio**, v. 3, n. 1, p. 1603-1612, 2010.

WANDERSEE, J.H.; SCHUSSLER, E., Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, Columbus, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.