



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JULIANA BENASSI MARINHO

**APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS REFERENTES À
POLINIZAÇÃO A PARTIR DE REPRESENTAÇÕES
IMAGÉTICAS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

JULIANA BENASSI MARINHO

**APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS REFERENTES À
POLINIZAÇÃO A PARTIR DE REPRESENTAÇÕES
IMAGÉTICAS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Marinho, Juliana Benassi.

Apropriação de conceitos referentes à polinização a partir de representações imagéticas de estudantes do Ensino Médio / Juliana Benassi Marinho. - Londrina, 2019. 76 f. il.

Orientador: Carlos Eduardo Laburú.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Apropriação de conceitos - Tese. 2. Representação imagética - Tese. 3. Polinização - Tese. I. Laburú, Carlos Eduardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

JULIANA BENASSI MARINHO

**APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS REFERENTES À POLINIZAÇÃO A
PARTIR DE REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS DE ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ensino de Ciências e Educação
Matemática da Universidade Estadual de
Londrina, como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Ciências

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a. Dr^a. Tânia Aparecida da Silva Klein
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Bahl de Oliveira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 25 de março de 2019.

Dedico este trabalho a Cintia (*in memoriam*), uma abelhinha que foi polinizar no céu cedo demais

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus que, sabendo de todas as coisas, me pôs no caminho do Ensino e me abriu várias portas neste sentido.

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática e aos professores nela inseridos, em especial aos professores Bruno, Marcos e Fabiele, por todas as discussões e inspirações que me motivaram a continuar no programa. Agradeço também ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú, pelos puxões de orelha e pela exigência de um trabalho bem feito. Deixo aqui também um obrigada a meus colegas do GP pelas sugestões.

À Vera Bahl, professora que sempre penso com carinho, um muito obrigada de coração. Obrigada pelas aulas de metodologia que me levaram a ser professora, obrigada pela experiência do PIBID, obrigada pela orientação na especialização, obrigada por concordar em ser da minha banca e, principalmente, obrigada por todos os conselhos.

À Tânia Klein, minha banca, um agradecimento carinhoso. Obrigada por toda a trajetória, que se iniciou no terceiro ano de graduação, passou por uma especialização e agora de encontro no mestrado. Obrigada por sempre estar disposta a me acompanhar nesta loucura toda.

Agradeço a oportunidade que a CAPES me deu de realizar o meu mestrado com um ano de bolsa, facilitando e muito a saída desta dissertação. Estendo aqui também um agradecimento à Universidade Estadual de Londrina por todos os anos de acolhida, de 2011 a 2019.

Um agradecimento muito especial ao meu namorado, Valdair, sem o qual meu estado emocional estaria em frangalhos. Obrigada por acompanhar meus passos, ouvir meus choros e gritos e me dar tanta força nos momentos que eu precisei. Obrigada por me fazer rir quando eu acreditava que não tinha motivos para tal.

Como não podia deixar de ser, gostaria de deixar um agradecimento à minha família, em especial aos meus pais, por todo o apoio e credibilidade (às vezes infundada) que recebo desde sempre. Obrigada por tornarem os meus dias mais felizes.

Um muito obrigada a toda a equipe do Novos Talentos, em particular a coordenação. Daniela, Eduardo e Fábio, muito obrigada por me acolherem tão bem e terem confiado tanto em mim a ponto de me dar um cargo tão maravilhoso. Um beijo especial a todos os meus monitores de 2017 e 2018. Agora é com vocês!

Meu último agradecimento vai para minhas abelhinhas, meus queridos estudantes e objetos de pesquisa que fizeram tudo ser possível. Obrigada por serem compreensivos e encararem comigo este desafio. Espero ter respondido à altura.

Pode-se encontrar a felicidade mesmo nas horas mais sombrias, se a pessoa se lembrar de acender a luz.

(Alvo Dumbledore)

MARINHO, Juliana Benassi. **Apropriação de conceitos referentes à polinização a partir de representações imagéticas de estudantes do ensino médio**. 2019. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

A linguagem visual representa uma ferramenta didática no ensino. Na Biologia, ela ancora os conteúdos permitindo a aproximação do ensinado. O objetivo desta pesquisa foi investigar a apropriação de conceitos referentes à polinização por meio das representações encontradas nos desenhos de estudantes do Ensino Médio em situações de aprendizagem. Para tal, as ações pedagógicas que se seguiram no decorrer da pesquisa foram planejadas nos moldes das múltiplas representações, visando explorar o conceito de polinização de diversas maneiras, com o objetivo de melhor atender aos estudantes em sua pluralidade de conhecimentos e disponibilizar objetos e contextualizações para ocorrer o processo de conceitualização. Ao final da atividade, foi entregue aos estudantes um papel contendo um texto elaborado pela professora-pesquisadora. Cada estudante produziu um desenho relacionado ao texto. Para fins de análise metodológica da pesquisa, foram estabelecidos critérios para observar os elementos contidos nos desenhos produzidos, inspirados no instrumento analítico de Klein (2011). O instrumento estabelece três domínios, sendo eles domínio descritivo, domínio interpretativo científico e domínio interpretativo valorativo, cada qual com dois níveis de significação. Os trabalhos, em sua maioria, encaixam-se em uma tentativa de resolução do exercício proposto. O domínio interpretativo científico envolve uma maior complexidade de processos cognitivos para ser associado ou representado, sendo uma contextualização do conceito de polinização. A maioria dos estudantes atingiu este nível, indicando que a estratégia de múltiplas representações, utilizada durante o percurso metodológico, contribuiu para a contextualização do conceito. Os elementos constituintes nas imagens produzidas pelas estudantes na atividade sobre síndromes de polinização foram traduzidos na forma de um novo conjunto de elementos, mais complexos e com linguagem científica na rede semântica das mesmas, processo considerado como conceito por Giordan e Vecchi (1996). Com isso, são estabelecidas novas aprendizagens que, segundo Ausubel (2000), são um importante aspecto para a criação de significados e resolução de problemas.

Palavras-chave: Representação imagética. Conceito. Polinização.

MARINHO, Juliana Benassi. **Concept appropriation of pollination through imagery representation of high school students**. 2019. 76 f. Dissertation (Masters in Science Teaching and Mathematics Education) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

Visual language represents a didactic tool in teaching. In Biology, it anchors the contents, allowing the approximation of the taught. The aim of this research is to investigate the appropriation of concepts related to pollination through the representations found in the drawings of high school students in learning situations. For that, the pedagogical actions that followed the course of the research were planned in the form of multiple representations, aiming to explore the concept of pollination in several ways, with the objective of better serving the students in their plurality of knowledge and providing objects and contextualizations for the process to occur of conceptualization. At the end of the activity, were given a paper to the students containing a text prepared by the teacher-researcher. Each student produced a drawing related to the text. For the purposes of methodological analysis of the research, criteria were established to observe the elements contained in the drawings produced, inspired by the analytical instrument of Klein (2011). The instrument establishes three domains, being descriptive domain, scientific interpretative domain and interpretive domain, each with two levels of signification. The majority of the works fit into an attempt to solve the proposed exercise. The scientific interpretive domain involves a greater complexity of cognitive processes to be associated or represented, being a contextualization of the concept of pollination. The majority of students reached this level, indicating that the strategy of multiple representations, used during the methodological course, contributes to the contextualization of the concept. The elements drew by the students in the activity on pollination syndromes were translated in the form of a new set of elements, more complex and with scientific language in the semantic network of the same, process considered as concept by Giordan and Vecchi (1996). Thus, the new learning established are, according to Ausubel (2000), an important aspect for the creation of meanings and problem solving.

Key words: Imagery Representation. Concept. Pollination

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Domínios e níveis de significação estabelecidos para análise de uma representação imagética.....	39
Figura 2 – Produção da estudante Arapuá	41
Figura 3 – Produção da estudante Boca de Sapo	43
Figura 4 – Produção da estudante Borá	45
Figura 5 – Produção da estudante Feiticeira	47
Figura 6 – Produção da estudante Jataí (frente).....	49
Figura 7 – Produção da estudante Jataí (verso).....	49
Figura 8 – Produção da estudante Mandaçaia	52
Figura 9 – Produção da estudante Mandaguari	54
Figura 10 – Produção da estudante Marmelada Negra	56
Figura 11 – Produção da estudante Mirim Droryana	58
Figura 12 – Produção da estudante Mirim Guaçu (frente)	60
Figura 13 – Produção da estudante Mirim Guaçu (verso)	60
Figura 14 – Produção da estudante Mirim Juliani	62
Figura 15 – Produção da estudante Mirim Preguiça	64
Figura 16 – Produção da estudante Mombuca	66
Figura 17 – Produção da estudante Tubuna.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Representações utilizadas na intervenção pedagógica	37
Quadro 2	–	Níveis de complexidade conceitual para análise das produções	40
Quadro 3	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Arapuá	41
Quadro 4	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Boca de Sapo	43
Quadro 5	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Borá	45
Quadro 6	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Feiticeira	47
Quadro 7	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Jataí	50
Quadro 8	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mandaçaia	52
Quadro 9	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mandaguari	54
Quadro 10	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Marmelada Negra	56
Quadro 11	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mirim Droryana	58
Quadro 12	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mirim Guaçu	61
Quadro 13	–	Níveis de complexidade observados na produção da estudante Mirim Juliani	62
Quadro 14	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mirim Preguiça	64
Quadro 15	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mombuca	66
Quadro 16	–	Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Tubuna	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS	16
3	MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES	19
4	REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA NO ENSINO E EM PESQUISAS	24
4.1	DEFINIÇÃO DE IMAGEM	24
4.2	LEITURA E INTERPRETAÇÃO DA IMAGEM	25
4.3	A IMAGEM NO LIVRO DIDÁTICO, NO ENSINO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	25
5	ENSINO DE BIOLOGIA NO ESPAÇO ESCOLAR: BOTÂNICA E POLINIZAÇÃO	29
5.1	BOTÂNICA COMO ÁREA DE CONHECIMENTO	29
5.2	O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE BOTÂNICA	31
6	ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	34
6.1	O CONTEXTO DA PESQUISA	34
6.2	PERCURSO METODOLÓGICO	35
6.3	INSTRUMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS	38
7	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	41
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICES	76

1 INTRODUÇÃO

A linguagem científica é uma ponte que articula os conhecimentos prévios dos estudantes com a sua experiência e compreensão científica dos fenômenos cotidianos. Inegavelmente, é uma linguagem que é aprendida e construída a partir das atividades de observação, de experimentação e reflexão.

Linguagem e pensamento são elos de uma mesma cadeia no desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. A linguagem, enquanto um sistema de signos diferenciados, é como um suporte do pensamento, podendo se constituir em instrumento de comunicação e de formação de conceitos mais abstratos e genéricos.

A linguagem, seja ela visual, escrita ou falada, é a ponte de comunicação entre dois indivíduos na compreensão de uma mensagem. Recentemente, nas pesquisas em ensino, a investigação dá enfoque na verificação dessa temática (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011; PAULO; MOREIRA, 2011; ALMEIDA; CASTRO; CAVALCANTI, 2014; BENITE; BENITE; VILELA-RIBEIRO, 2015; SUZUKI; ZOMPERO, 2016). É pela linguagem que professores e estudantes interagem. É através dela que o professor motiva, explica, questiona, controla, organiza, avalia e que o estudante constrói e representa as suas aprendizagens.

Na escola, como instituição, são partilhados conhecimentos em diferentes linguagens planejadas a atender a comunidade escolar (OLIVEIRA, 1991). O desenho como linguagem é uma representação, como o pensamento visual, que pode servir de estímulo para explorar a imaginação. Logo, uma de suas facetas é a capacidade de se transformar em um instrumento de generalização, abstração e classificação.

As diferentes linguagens serão aprimoradas na escola, de acordo com o nível de escolaridade. Normalmente, as crianças, nas primeiras fases de escolaridade, produzem um material que representa suas percepções do mundo ao seu redor. Assim, elas representam a família, os componentes do ambiente, os animais, etc. por meio de desenhos. Os primeiros desenhos são construídos com traços, formas geométricas, borrões de cores, entre outros.

Os desenhos como representação expressam percepções e sentimentos delas em relação ao mundo que as rodeia (COSTA, 2005). Essa expressão da criança é facilmente observada em seus primeiros anos de vida escolar.

Normalmente, as crianças se encantam com as imagens e se sentem estimuladas a representar o mundo usando essa representação.

No Ensino Infantil, a criança é estimulada a produzir desenhos como uma importante forma de associar o mundo em que vive. Concomitantemente, é inserida na grafia, forma pela qual passará sua vida escolar aprendendo, comunicando e produzindo atividades. No entanto, nas estratégias de ensino tradicionais da escola, à medida que a criança avança na linguagem escrita e melhora a oralidade, são inseridas atividades mais centradas em modelos de leituras e transcrições, reduzindo substancialmente as representações que ela produzia nos desenhos ou que realizou em interpretação de imagens (ALEXANDROFF, 2010).

Geralmente, a imagem é apresentada como um resumo ou esquema do assunto abordado. Logo, o reconhecimento, a interpretação e a associação da representação imagética no desenvolvimento dos conteúdos se tornam relevantes para o processo de aprendizagem.

No ensino dos diferentes conteúdos da Biologia, as imagens podem ser utilizadas para ilustrar e complementar o desenvolvimento dos alunos em sala de aula. Os professores fazem uso do recurso imagético usualmente com o quadro de giz ou projetor. As imagens são também incluídas nos livros didáticos, visto que é uma potencial ferramenta para melhor compreensão do que é ensinado.

Caso o professor decida não explorar a imagem como representação, com um sentido mais profundo que uma mera projeção, ela se torna uma ferramenta facilitadora apenas para ele próprio, sem sentido para a aprendizagem, culminando em uma falta de nexo entre a imagem e o conteúdo ensinado no contexto de ensino, fato comum no Ensino de Ciências e Biologia na Educação Básica.

No Ensino Superior, os estudantes de Ciências Biológicas utilizam da representação imagética em muitas aulas práticas. O recurso visual está presente nas diferentes disciplinas para esquematização de corpos humanos, animais e vegetais. Apesar de a atividade de reprodução das imagens apresentadas conter subsídios importantes para o processo de aprendizagem, a representação imagética não é comumente aceita como forma de expressão no ensino regular de Biologia.

Pesquisadores da área de ensino de ciências buscam em campos como a semiótica social e a psicologia cognitiva para corroborar ideias de conexão entre a imagem, o conhecimento científico e a metodologia do ensino de ciências. As imagens apresentam grande relevância como recurso para ideias científicas, por

serem mais facilmente memorizáveis que seu correspondente texto ou explicação oral em sala e podem funcionar até mesmo como uma síntese ou fechamento do conteúdo abordado (MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005).

Ilustrações ou desenhos esquemáticos têm como característica representar as relações entre os elementos que constituem um objeto ou uma situação em sua totalidade, trabalhando de maneira holística. Eles possibilitam também modificações visuais surgidas das relações das partes com o todo e podem ser realizadas mental ou fisicamente (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

Observações e constatações realizadas nas atividades da prática de ensino ao desenvolver aulas de Biologia, ainda na graduação, culminaram em reflexões e organização de um projeto para me inscrever no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática com o objetivo de desenvolver uma pesquisa/investigação que busca entender a aprendizagem dos estudantes, recorrendo a uma linguagem diferente da que eles estavam acostumados a lidar como protagonista do processo ensino e aprendizagem.

O fato chamou a atenção visto que tem sido comum observar o distanciamento do uso de imagens nas séries em que os estudantes encontram-se em avanços de escolarização, porém constata-se a presença delas nas aulas como um recurso no cotidiano escolar, metodologia empregada por professores em sala de aula.

Assim, questionamentos relacionados à construção de representações imagéticas presentes no espaço escolar de estudantes do Ensino Médio vão ao encontro do objetivo desta pesquisa: investigar a apropriação de conceitos referentes à polinização por meio das representações encontradas nos desenhos de estudantes do Ensino Médio em situações de aprendizagem.

O problema que move esta pesquisa e culmina nesta dissertação é: os elementos desenhados nas representações imagéticas de estudantes de Ensino Médio evidenciam a apropriação do conceito de polinização? Por meio dele são elencadas três hipóteses: o conceito foi apropriado de maneira contextualizada, o conceito foi apropriado de maneira superficial e o conceito não foi apropriado pelos estudantes.

A pesquisa envolve a análise dos desenhos (representação imagética) produzidos pelos estudantes a partir de um texto (representação verbal) por estudantes do Ensino Médio, após assistirem uma abordagem da temática

desenvolvida em situação de aprendizagem pela professora/pesquisadora em quatro horas de atividade de ensino de Polinização. Foi solicitado que os estudantes produzissem um desenho a respeito do que ficou compreendido acerca do tema abordado.

A dissertação foi desenvolvida em oito capítulos, sendo quatro teóricos. No primeiro capítulo teórico, o referencial permitiu uma maior proximidade de leituras e apropriação dos aspectos ponderados por Ausubel e Vygotsky, ao discorrerem sobre as etapas que o indivíduo percorre durante o seu desenvolvimento cognitivo relativo à apropriação de conceitos. O capítulo seguinte é destinado à compreensão e importância das múltiplas representações e suas funções educacionais.

O terceiro capítulo teórico é destinado a enfatizar o uso e a importância da representação imagética no espaço escolar e como a imagem aparece nas pesquisas do Ensino de Ciências, ficando evidente a grande abrangência que a imagem pode alcançar dentro do ensino.

Há também um capítulo teórico contextualizando a Biologia no espaço escolar, com enfoque em como é abordado o ensino de botânica e de polinização, explorando alguns conceitos básicos do último assunto mencionado. O capítulo seguinte é dedicado aos encaminhamentos metodológicos, contando com aspectos do contexto em que se deu a aplicação dos instrumentos da pesquisa, o detalhamento dela e os critérios de análise. O capítulo sete é desvelado para discussão e análise dos desenhos produzidos.

O último capítulo discorre sobre as considerações finais do trabalho, resgatando ideias discutidas nos capítulos teóricos e convergindo com as análises das produções. Após, há uma seção para as referências utilizadas e uma página de apêndices com o texto entregue aos estudantes.

2 APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS

A referência acerca da construção de conceitos é encontrada na obra de Vygotsky *A Construção do Pensamento e da Linguagem* e na obra de Ausubel *Aquisição e Retenção de Conhecimentos*, que apontam aspectos relevantes a serem considerados pelos professores antes de iniciarem sua prática de ensino.

A ideia central da teoria de Ausubel é a de aprendizagem significativa, que é um processo em que uma nova informação se relaciona com uma estrutura de conhecimento específica, que é definida como subsunçor, existente na estrutura cognitiva dos estudantes. Ausubel assim propõe que o armazenamento de informações, formando uma hierarquia conceitual, está na dependência de conceitos que se relacionam com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (AUSUBEL, 2000).

Ou seja, o processo envolve a interação dos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do estudante, servindo de ancoragem para novas informações e resultando em crescimento e modificação do conceito subsequente. A produção de um desenho por uma criança que ainda não detém a linguagem da oralidade pode ser estruturada na mente do indivíduo de acordo com seu desenvolvimento cognitivo (AUSUBEL, 2000).

Uma criança pode fazer um desenho representativo de uma flor, por exemplo, iniciando com uma bolinha; já numa fase mais adiantada, ela poderá colocar mais estruturas representativas da flor, à medida que seu desenvolvimento cognitivo se desenvolve, vai adquirindo mais maturidade, e é possível avaliar, nos desenhos produzidos, a dinâmica de hierarquização dos subsunçores.

Ausubel (2000) define *conceito* como objetos, fenômenos ou situações que possuem características em comum e são designados pelo mesmo signo ou símbolo. Os conceitos presentes na estrutura cognitiva do estudante são um importante aspecto para a criação de proposições significativas e para a resolução de problemas, sejam elas no ambiente escolar ou não (AUSUBEL, 2000). Os conceitos, representados por imagens no início do processo cognitivo, servirão de ancoragem dos subsunçores presentes na formação de novos constructos referentes a novas informações.

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel (2000) define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação de conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Neste caso, a nova informação é armazenada sem significado, de maneira arbitrária, não há interação entre a nova informação e aquela armazenada. Contudo, Ausubel (2000) considerava as duas aprendizagens, mecânica e significativa, um *continuum*.

Todavia, o autor diferencia a aprendizagem por descoberta da aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel (2000), na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao estudante na sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Quer por recepção quer por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, caso a informação não seja incorporada de maneira arbitrária na estrutura cognitiva preexistente.

Em leitura dos trabalhos de Vygotsky (2001), é possível compreender a importância das oportunidades previstas no processo de ensino aos estudantes em relação ao meio social, atividades que eles possam desenvolver externando representações imagéticas sobre informações que detêm sobre o que será ensinado. No desenvolvimento dos conceitos, há processos psicológicos, como a memória lógica, a discriminação, a atenção arbitrária, a comparação e a abstração.

Vygotsky afirma que *conceito* é “um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização” (2001, p. 246). É necessária a atenção do professor quanto a um processo de assimilação vazia, sem significado, “decorar por decorar”. Nessas situações, o estudante é capaz de saber o que significa a palavra, porém não aprende o conceito ou faz sua contextualização, por exemplo. Ao entrar em contato com um novo conceito, o estudante desenvolve um processo psicológico interior complexo por meio do qual compreende a nova palavra, sua aplicação e sua contextualização. Quando palavra e conceito se unem, Vygotsky (2001) denomina de ‘elo conclusivo’.

No ensino de apropriação do saber científico, Giordan e Vecchi (1996) ressaltam a importância de uma substituição dos conhecimentos prévios por uma nova hipótese, que será desenvolvida durante o período escolar. Todavia, destacam

que esses conhecimentos prévios são essenciais para realizar essa substituição, visto que são o primeiro contato do estudante com o conteúdo científico.

Quando o estudante se depara com um problema científico é implementado um processo que encobre um conjunto de elementos, como ideias, raciocínio, sistemas de decodificação da situação, sistemas simbólicos, associações com o que já se conhece, tomada de exemplos concretos relacionados, etc. Esse conjunto será coordenado interiormente pelo estudante, levando-o a uma resposta que explique o problema (GIORDAN, VECCHI, 1996).

A partir do momento em que esses elementos são traduzidos na forma de um novo conjunto de elementos, mais complexos e com linguagem científica, é dito que o estudante construiu uma rede semântica. Nesses casos, há o conceito (GIORDAN, VECCHI, 1996). Assim sendo, a concepção pode ser entendida como um processo de atividade de construção mental do real. Esse entendimento vai ao encontro do 'elo conclusivo' de Vygotsky, por indicar uma interiorização e contextualização do conceito.

Considerando as duas definições de conceito discorridas nesta seção, o conceito se apresenta como algo mais que apenas uma associação, uma memória do que foi ensinado. Um conceito que foi apropriado corretamente pode ser aplicado em diversas situações que apresentem uma similaridade. As definições acima apresentam uma complementaridade que é sintetizada na seguinte sentença: *conceito* é um conjunto de objetos e situações ao qual atribuímos um mesmo signo ou símbolo através de um complexo processo de pensamento e contextualização.

Ausubel (2000) caracteriza os métodos de aprendizagem conceitual em duas formas distintas. Uma primeira, como formação conceitual, em que a experiência direta e a sucessão de hipóteses, testes e generalização são passos para adquirir as especificidades do conceito em crianças e jovens. A segunda, como assimilação conceitual, situação na qual o estudante, jovem ou adulto, já carregado de conceitos específicos em sua estrutura cognitiva, os recombina para novas associações – método esse mais utilizado no espaço escolar para caracterização e definição de novos conceitos.

3 MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES

Artigos encontrados na área de múltiplas representações, como os citados no interior desta subseção, têm enfatizado a importância de, ao ensinar, o professor expor os conteúdos de maneira complementar, transformando assim sua metodologia em ativa e facilitadora, e seu aprendiz conseguir transitar entre os diferentes modos de representação para melhor associação dos conteúdos expostos.

A linha de pesquisa das múltiplas representações é relativamente recente e visa elencar as diversas representações utilizadas por professores e estudantes, como a representação oral, visual e textual e suas inúmeras subdivisões, por exemplo. Aspectos presentes nos trabalhos de Ainsworth (1999), Waldrip, Prain e Carolan (2010), Laburú, Barros e Silva (2011) reforçam a necessidade de implementação de diferentes maneiras de abordar os conteúdos para atender a diversidade de estudantes presentes em uma sala de aula.

As múltiplas representações começam a aparecer na década de 1980 e têm inspirações nas inovações curriculares e atitudinais, indicando limitações e problemáticas envolvendo pedagogias clássicas e o movimento de “inovação pela inovação” para a construção de conhecimento.

Nesta linha de pesquisa, Giordan e Vecchi (1996) encontraram e classificaram trabalhos em duas orientações, sendo a primeira fundamentalista, voltada ao produto, buscando as representações prévias dos estudantes relacionadas ao conteúdo, e sua “evolução” para o conhecimento científico, bem como seus obstáculos no ensino-aprendizagem. Uma segunda orientação, mais aplicada, busca relacionar as representações dos estudantes com o conteúdo científico e estratégias pedagógicas.

Consequentemente, entrar na segunda orientação é ensinar ciências ultrapassando a linha de aprendizagem puramente epistemológica, promovida por escolas tradicionalistas, e acaba por envolver, simultaneamente, a compreensão dos desafios representacionais por que passam os estudantes nas mais variadas esferas, tais como a computacional, a semiótica e a mental (DUVAL, 2004). É ensinar utilizando-se de vários meios, como mídias, representações imagéticas, discussões

orais, apresentações teatrais, etc. com a consciência da pluralidade da sala de aula, na tentativa de abranger as esferas ditas por Duval.

Segundo Waldrip, Prain e Carolan (2010), têm aumentado o número de pesquisas na perspectiva semiótica que abordam as representações utilizadas no processo de construção do conhecimento no âmbito do Ensino de Ciências. A alfabetização científica está permeada de múltiplas representações, tais como gráficos, tabelas, representações matemáticas, desenhos esquemáticos, ilustrações, textos e discursos falados.

Logo, é importante o estudante ter subsídios para interpretar todas as representações apresentadas. Para os autores, os diferentes modos representacionais funcionam como um mapa ou uma rede: o estudante consegue criar relações, organizar e associar, através das representações, os significados e conceitos aprendidos. Quanto maior a quantidade de representações com que o estudante interage, maior é a sua rede de significações em torno do conceito aprendido, corroborando os princípios da teoria de Ausubel (2000).

Considerando as múltiplas representações como as diversas maneiras de expor um conceito, temos como exemplo o conceito de célula. Para abordar o conceito, pode-se utilizar quadro e giz, escrevendo sua definição, uma imagem de micrografia eletrônica apresentada no livro didático, um modelo didático 3D ou até mesmo uma roda de discussão com negociação de significados.

As múltiplas representações aqui apresentadas podem ser tratadas de maneira individual ou integrada, dependendo da escolha do professor no momento do planejamento das aulas. É integrando os diferentes recursos que se torna possível atender estudantes com desenvolvimentos cognitivos diferentes dentro da mesma sala de aula.

Estudos na educação matemática e científica, com tradição de pesquisa na orientação cognitivista, buscam inspiração na semiótica. As pesquisas realizadas nessa tradição procuraram aprofundar na compreensão dos aspectos fundamentais relacionados à formação das representações, *como e se* afetam a aprendizagem de conceitos (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

Entre os enfoques dessas pesquisas, há aquelas que se preocupam com o papel da imagem, estudam as dificuldades de ler e entender representações

gráficas e matemáticas, defendem que há uma melhor aprendizagem quando os estudantes dispõem de informação verbal e visual simultaneamente, enfocam a dificuldade dos alunos do Ensino Básico em ler imagens (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

Com o aumento de pesquisas e pesquisadores, surgiu uma linha de investigação em paralelo, mais abrangente, preocupada em empregar multimodos e múltiplas representações durante o ensino, reconhecendo neles uma condição fundamental para o aprimoramento da aprendizagem, levando ao aumento das significações do que está sendo estudado (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

As variadas formas representacionais, como descritiva (gráfica, verbal, tabular), matemática, cinestésica, experimental ou figurativa (pictórica, analógica, metafórica), que são abordadas em sala de aula entram nas investigações para compreender as dificuldades dos estudantes em interpretar diferentes representações e na capacidade de integração em um discurso científico, por exemplo (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

De outro lado, também, procura-se investigar quais os desafios enfrentados pelos professores quando se dispõem a capacitar os seus estudantes para que consigam interpretar as diferentes representações, a fim de levá-los à construção de conceitos (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2011).

Ainsworth (1999), em seu artigo sobre o papel das múltiplas representações, explora três funções básicas delas: complementar, construir e restringir. Cada uma dessas funções pode ser subdividida e utilizada das mais variadas formas e nos mais diversos conteúdos, tendo consequências positivas ao aprendizado.

Como enfatizam Laburú, Barros e Silva (2011, p. 472), as múltiplas representações estão presentes no Ensino de Ciências.

Durante a aprendizagem das ciências é facilmente constatável que os estudantes se submetem a diferentes modos de representação, quer sejam eles descritivos, experimentais e matemáticos, ou por meio de outros modos complementares e auxiliares destes, como a linguagem figurativa, por gestos corporais, entre outros possíveis.

A escola contemporânea, embora tenha inserido mudanças significativas para atender estudantes que trazem um referencial diversificado de

informações, necessita estar preparada para vivenciar experiências e desafios do hoje e ter professores preparados para atender essa nova demanda.

O processo de aprendizagem tem sido o tema de discussões ao longo dos últimos anos. Com o surgimento da teoria construtivista, a didática mudou. Têm-se pensado muito sobre o que ensinar e como ensinar (CASTELLAR, 2005). Com a Era da Tecnologia, da informação rápida, o perfil do estudante tem mudado e os professores precisam repensar o real aproveitamento de aprendizagem das metodologias básicas de ensino, como aulas expositivas.

Giordan e Vecchi (1996) elencam quatro causas para os modelos científicos preparados por professores e divulgadores não alcançarem sucesso na aprendizagem: o ensino em massa desorienta professores, devido à multiplicidade estudantil, no qual cada estudante chega à sala de aula com uma bagagem diferente, com percepções e ritmos de apropriação do saber diferentes; as múltiplas reformas do ensino, realizadas por administradores, e não professores ou estudiosos da área, que não têm contato com a realidade escolar, gerando assim uma evidente falta de unidade e continuidade; falta de recursos e horas dedicados às ciências e uma formação profissional ineficiente na construção de saberes, didática e pedagogia.

Direta ou indiretamente, consciente ou inconscientemente, o professor e o estudante estão expostos às múltiplas representações. Contudo, para se tornarem benéficas ao aprendizado, elas necessitam ser exploradas tendo em conta as funções básicas que elenca Ainsworth. Se as múltiplas representações são apenas expostas, sem um desenvolvimento de atividades cognitivas, de nada valerá sua apresentação em sala de aula.

Em uma releitura dos apontamentos de Ainsworth (1999) sobre as habilidades necessárias dos estudantes para compreender as múltiplas representações em conceitos científicos, Waldrip, Prain e Carolan (2006) destacam o termo *translation*, dando a ele o significado de ser capaz de reconhecer conceitos entre diversos modos representacionais.

Trazemos para esta dissertação a tradução do mesmo termo como *troca representacional*, com inspiração no significado dado pelos autores. A troca representacional pode ocorrer entre os gêneros imagéticos, textuais e verbais, sendo, então, definida como a transição com entendimento entre os gêneros descritos. Quando um professor está ensinando um conceito e, posteriormente, projeta uma

imagem para o estudante, ele está fazendo uma troca representacional. No momento em que o estudante é capaz de compreender o mesmo conceito em múltiplos gêneros, supõe-se haver aprendido.

4 REPRESENTAÇÃO IMAGÉTICA NO ENSINO E EM PESQUISAS

4.1 DEFINIÇÃO DE IMAGEM

Piaget e Inhelder (1980) acreditam que o desenho é uma manifestação semiótica, um modo de o ser humano expressar seu conhecimento de um objeto assim como sua funcionalidade. Para eles, uma criança se situa no mundo por meio de interações com os objetos, representações simbólicas como mímica, desenhos e onomatopeias e, por último, por abstração. Destacam ainda que o *desenho* somente pode ser considerado como tal a partir do momento em que a criança reconhece o objeto e suas funções de seu próprio desenho, que se torna mais real durante a continuidade do processo de aprendizagem.

O desenho, assim como o pensamento visual, é um estímulo para explorar a imaginação. Logo, uma de suas facetas é a capacidade de se transformar em um instrumento de generalização, abstração e de classificação. Partindo desse pressuposto, é importante utilizar o desenho no ensino de Ciências e Biologia, onde o abstrato, a generalização e a classificação dos seres vivos e não vivos se faz presente (DERDYK, 1989).

Os diferentes tipos de organização e processo de significação podem ser observados, por exemplo, no trabalho de Costa (2005), que tentou encontrar uma de classificação das imagens quanto ao processo cognitivo, definindo três tipos: *imagem/visão*, referente ao processo de percepção sensorial da realidade; *imagem/pensamento*, referente às imagens internas, imaginação; *imagem/texto*, processo de exteriorização das imagens internas.

Uma imagem é considerada científica quando reproduz um fenômeno/objeto/evento se aproximando da realidade (JOLY, 2007). Ela necessita vir acompanhada de uma abordagem teórica para entender toda a sua especificidade. O desenho é uma importante ferramenta para revelar o real aprendido do estudante e organizar informações.

Vale ressaltar, porém, que há um lapso na interpretação por parte dos estudantes, bem como uma difícil associação entre imagens do livro didático e de seu conteúdo escrito. Assim, é interessante abordar o aspecto semiótico de uma imagem, ou seja, captá-la pelo seu modo de produção de sentido, como um signo que gera

vários significados, dependendo da interpretação de cada indivíduo que se deparar com a imagem.

4.2 LEITURA E INTERPRETAÇÃO DA IMAGEM

Segundo Joly (2007), analisar uma imagem do ponto de vista semiótico é abordar a imagem por meio da significação, ou seja, do seu modo de produzir diferentes sentidos, significados e interpretações. Em outras palavras, é necessário, ao analisar semioticamente uma imagem, captar os signos produzidos e expostos ali. Por fim, o encargo do cientista semiótico é “tentar ver se existem categorias de signos diferentes e se estes diferentes tipos de signos possuem uma especificidade e leis de organização próprias ou processos de significação particulares” (JOLY, 2007, p. 31).

Qualquer matéria escolar é cabível de uma atividade de leitura de imagens para informação e sensibilização do estudante para determinado conteúdo. O professor pode utilizar uma imagem para representação de um fato, para mobilização de um grupo a determinado assunto, apelando para o lado emocional da imagem, fixação e aplicação de conceitos, avaliação e interdisciplinaridade (COSTA, 2005).

Nos cursos de formação inicial, seria recomendável que as disciplinas pedagógicas dos cursos de licenciatura incluíssem, nas suas ementas e programas, tópicos que embasassem o licenciando na perspectiva de trabalhar com imagens. A leitura de imagens permitiria maior compreensão do conteúdo em estudo, corroborando o citado anteriormente por Costa (2005).

4.3 A IMAGEM NO LIVRO DIDÁTICO, NO ENSINO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A linguagem visual representa uma ferramenta didática no ensino. Na Biologia, ela ancora os conteúdos permitindo a aproximação do que foi ensinado. Em geral, nas aulas os professores fazem desenhos no quadro para representar as estruturas e especificidades dos diferentes conteúdos.

Silva *et al.* (2006, p. 220) afirmam que, para as práticas de ensino, a utilização de imagens é essencial. “O professor tem papel indispensável na maneira como esses recursos podem mediar a produção de sentidos pelos estudantes”. O trabalho enfatiza a importância da formação inicial e continuada do profissional que está na frente de uma sala de aula utilizando ou não certos recursos didáticos. O seu caminhar e sua trajetória no âmbito acadêmico influenciam na sua maneira de ver a ciência e em quais aspectos da imagem ele dá enfoque, além de sua maneira de ensinar a interpretação de uma imagem científica ao estudante.

Quando se utiliza imagens para ensinar, é preciso ter cuidado para ela não causar ambiguidade ou reforçar o senso comum dos estudantes. Colin, Chauvet e Viennot (2002) elencaram os possíveis obstáculos da comunicação científica através das imagens, como a dificuldade de compreender se a imagem é real ou um desenho esquemático, símbolos muito semelhantes ou até mesmo sua disposição no texto, por exemplo.

O ensino é um processo complexo, necessitando de várias ferramentas para acontecer em sua totalidade. Os recursos didáticos em vasta diversidade facilitam a vida do educador, podendo ser utilizados para que o estudante se aproprie do conteúdo. Por outro lado, saber quando aplicar um artifício ou outro é uma tarefa complexa, exigindo toda uma formação e experiência do professor.

Perales Palacios (2006) chama a atenção para a situação atual, em que tudo e todos estão conectados à internet, que nos dá qualquer informação que queiramos saber, basta um clique. Nas aulas, o quadro e giz estão sendo substituídos por mídias como Datashow, TV Pendrive e vídeos educativos. Contudo, não paramos para pensar no significado da imagem ou no que ela representa na interpretação científica de nossos estudantes.

Os livros didáticos disponibilizados aos estudantes atualmente pelo Governo Federal trazem imagens que podem auxiliar efetivamente o ensino e aprendizagem. O PNLD, consolidado pelo Decreto nº 7.084 de 27/01/2010, é um programa do Governo Federal que distribui às escolas públicas de todo o Brasil materiais de apoio à prática educativa, sendo incluído nesse contexto livros didáticos, dicionários e outros materiais de forma regular e gratuita. De acordo com o Art. 2º, o objetivo do PNLD é

Melhoria do processo de ensino-aprendizagem nas escolas públicas, democratização do acesso às fontes de informação e cultura, fomento à

leitura e o estímulo à atitude investigativa dos alunos e apoio à atualização e ao desenvolvimento profissional do professor.

Ainda de acordo com o Decreto, o Art. 6º, §1, afirma que a escolha dos livros didáticos deverá ser feita pelas escolas. No início ou final do ano letivo, as escolas recebem vários exemplares de livros didáticos de diferentes editoras, momento quando os professores se reúnem por área e disciplinas para avaliar e escolher o livro que poderá auxiliar alunos e professores. Esse livro, pela regra do PNLD, é válido por três anos.

Verceze e Silvino (2008) acreditam que é fundamental a escolha do livro didático ocorrer pelo professor da disciplina, afinal cada professor conseguirá avaliar os erros e as qualidades de cada livro, já analisando como se dará sua prática pedagógica no decorrer do ano.

As autoras enfatizam que o livro não deve ser o roteiro do trabalho do professor, mas sim servir como uma das ferramentas que ele poderá utilizar durante o ano letivo. No entanto, os livros são inseridos nas aulas sem exploração dos diferentes recursos, conforme experiência e observação feita nas atividades de práticas de ensino realizadas ainda na graduação.

Ao focar a exploração das imagens nos livros, seria interessante auxiliar o estudante na leitura delas, tanto em relação a suas dimensões representando conteúdos reais quanto às formas e cores ou à veracidade da fonte.

Na Biologia, estamos cercados de representações imagéticas na forma de modelos, fotografias e desenhos esquemáticos que facilitam a atividade do professor. Não é raro nos depararmos com estudantes que não entendem conceitos de Biologia, seja pelo alto grau de abstração ou pela complexidade dos nomes.

Estudos recentes mostram resultados que apontam a inserção de imagens na área de educação científica pode ser uma maneira viável e facilitadora para o ensino da Biologia. As imagens podem auxiliar o estudante a compreender os diferentes conteúdos, bem como a associação dos nomes e conceitos a eles relacionados, como em relação às características morfológicas dos seres vivos e seus ciclos de vida, por exemplo (POSSETE, 2014).

O estudante, ao se deparar com conteúdos mais difíceis e complexos da Biologia, poderá melhor compreendê-lo caso o seu professor não apenas fizer a

apresentação da imagem, mas, sim, pedir para que ele faça um desenho representativo do conteúdo em questão ou realize um exercício de leitura dela. Caso ocorresse o fato, os estudantes contariam com uma maior gama de representações para retratar o conteúdo ensinado. O professor poderia, então, utilizar dessas representações como *feedback*, avaliando o progresso do estudante na compreensão do que está sendo ensinado.

Em um levantamento acerca das investigações com imagens feitas no campo do Ensino de Ciências, Martins, Gouvêa e Piccinini (2005) encontraram as raízes das investigações nas linhas de pesquisa semiótica social, psicologia cognitiva e estudos culturais. Qualquer que seja a linha, o objetivo compartilhado de quem faz pesquisa com imagem é a compreensão da relação imagem-conhecimento científico-Ensino de Ciências.

Diferentes resultados foram encontrados e citados pelas autoras em seu trabalho: uns afirmam que as imagens são mais facilmente lembradas que o discurso verbal; outros atestam a positividade da ilustração na aprendizagem. Alguns discorrem acerca do papel da imagem na aprendizagem; outros analisam a dinâmica da leitura de imagens.

Há aqueles que utilizam o livro didático como recurso; outros tentam diferenciar a imagem do papel da imagem computadorizada. Por último, são citados trabalhos enfatizando a importância da imagem como critério de escolha dos livros didáticos por professores e os limites e potenciais da imagem como ferramenta facilitadora da aprendizagem.

5 ENSINO DE BIOLOGIA NO ESPAÇO ESCOLAR: BOTÂNICA E POLINIZAÇÃO

5.1 BOTÂNICA COMO ÁREA DO CONHECIMENTO

Um dos passos mais significativos entre a evolução das plantas foi sua migração do ambiente aquático para o ambiente terrestre, onde foi possível um elevado crescimento em tamanho e um grande desenvolvimento. Devido a essa migração ocorrer da água para a terra, muitos botânicos atribuem às algas verdes a ancestralidade das plantas vasculares terrestres.

Essas plantas sofreram grandes modificações em seu organismo: desenvolvimento de raízes, cutícula, estômatos, sistemas de condução, crescimento corporal para sustentação, fotossíntese limitada a células no interior da folha e a modificação da alternância de gerações, sendo agora a fase de esporófito ($2n$) a fase dominante (DELEVORYAS, 1978).

O aumento da complexidade da fase esporofítica permitiu a evolução de várias estruturas presentes na parte aérea dessas plantas, como a especialização das folhas – que progressivamente na linha evolutiva formarão flores e frutos –, vascularização mais elaborada e a diversificação dos sistemas de reprodução. Com a diversificação, houve o surgimento das plantas heterosporadas, que apresentam megásporos e micrósporos. A partir dessa diferenciação, houve uma especialização dos gametófitos em microsporângios e megasporângios, além do surgimento do arquegônio (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2010).

Aparecem então as primeiras Gimnospermas, com seu grupo primitivo *Ginkgophyta*. Nele, durante a primavera, as folhas novas do ápice produzem um par de microsporângios onde os micrósporos haploides realizam uma divisão mitótica, produzindo assim duas células cada um. Assim surge o grão de pólen primitivo, que se desprende como um todo da planta e independe de água para chegar até o megasporângio (DELEVORYAS, 1978).

A esse e outros meios de reprodução que surgem nas Gimnospermas e Angiospermas chamamos de *polinização*. A polinização é um dos mais importantes serviços ecossistêmicos, pois garante a propagação de espécies vegetais e ainda gera alimentos para as espécies animais. Por ser um processo de grande importância sexual para as plantas, há uma grande variação de estratégias que impedem a

autofecundação e promovem a otimização do fluxo de pólen, como o surgimento de flores com sexos separados em um mesmo indivíduo, indivíduos com sexos separados, incompatibilidade genética, arranjo espacial entre anteras e estigmas, assincronia entre a liberação de pólen e receptividade estigmática, entre outros (RECH *et al.*, 2014).

A reprodução por polinização é dividida em abiótica e biótica, sendo que a primeira ocorre por hidrofilia (polinização pela água) e anemofilia (polinização pelo vento) em 20% das Angiospermas e nas Gimnospermas. Na polinização biótica, nominada síndrome de polinização, a planta apresenta características morfológicas, sensoriais e nutricionais especializadas para um tipo de polinizador. Dentre elas podemos destacar a entomofilia (polinização por insetos) e a zoofilia (polinização por animais vertebrados) (RECH *et al.*, 2014).

As características florais que sustentam as síndromes de polinização são baseadas na coloração da flor, na antese (horário de abertura), formato das pétalas, posição da parte reprodutiva (externa ou interna), odor e tipo de recompensa oferecida (néctar ou pólen). Cada característica oferece uma gama de variação que elenca qual animal é atraído para aquele tipo específico de flor. Dentre os animais que realizam a polinização, podemos citar as abelhas, borboletas, mariposas, moscas, besouros, pássaros, morcegos e alguns pequenos mamíferos (RECH *et al.*, 2014).

A reprodução por síndromes de polinização corresponde a 80% das plantas pertencentes ao grupo das Angiospermas, sendo responsável pelo sucesso evolutivo e ecológico deste grupo. Suas características florais, chamariz para animais polinizadores, permitiu a dominação completa dos mais variados ambientes pelo mundo (DELEVORYAS, 1978; RECH *et al.*, 2014).

Essas características são pauta da discussão acerca da coevolução: animais e plantas sofrendo adaptações em uníssono ao longo das gerações ao ponto de agir como uma força seletiva um com o outro. O beija-flor alonga seu bico, a planta alonga suas pétalas e transforma sua flor em um corpo cilíndrico. A abelha apresenta pelos em suas pernas, surge um mecanismo para jogar pólen na abelha quando a mesma pousa sobre a flor. O animal fornecendo a possibilidade de reprodução. A planta oferecendo alimento como recompensa (FUTUYMA, 1998).

5.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE BOTÂNICA

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio estabelecem os objetivos do Ensino Médio (BRASIL, 2006), propondo que os estudantes adquiram conhecimentos práticos, abstratos e amplos de maneira contextualizada, a fim de formar cidadãos com compreensão do mundo, capazes de aprender continuamente, críticos e familiarizados com a tecnologia.

Para isso, o aprendizado no Ensino Médio deve acontecer de forma contextualizada, com interdisciplinaridade e atualização de conteúdos. As competências e habilidades que se almejam no Ensino Médio na frente das Ciências Naturais são: desenvolver a capacidade de comunicação, de questionar processos naturais e tecnológicos, desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender e contextualizar o estudante dentro das ciências.

Falando especificamente da disciplina de Biologia, seu objetivo geral é “estudar o fenômeno da vida em toda sua diversidade de manifestações” (BRASIL, 2006, p.14); assim, estudam-se os mais diversos fenômenos nos quais existe vida. Mayr (1998) divide a Biologia em estudo das causas próximas e o estudo das causas últimas. As causas próximas podem ser entendidas como tudo o que estuda fenômenos e situações imediatas, no presente ou passado próximo.

Nas causas próximas se enquadram, por exemplo, a ecologia, a microbiologia, botânica e zoologia quando abordadas de maneira conceitual, classificatória. O estudo das causas últimas abrange conteúdos em que se busca a explicação de um fenômeno na origem da espécie, em um passado longínquo, como acontece em abordagens evolutivas de comportamento, características etc.

A Biologia, para efeito de estudos e compreensão das suas especificidades, é dividida em áreas de conhecimento: Citologia, Embriologia, Zoologia, Botânica, Genética, Evolução e Ecologia nos currículos de formação. Os autores têm priorizado essas áreas de conhecimento na elaboração dos livros didáticos, descaracterizando as orientações dos documentos oficiais nacionais (DCN e PCN), visto que estes sugerem uma organização em eixos estruturadores: organização dos seres vivos, mecanismos biológicos, biodiversidade e manipulação genética. O professor poderá optar por iniciar o seu curso com assuntos mais conceituais e abstratos, levando em consideração o perfil de seus estudantes e a

pluralidade da sala de aula, ou sequenciar de maneira diferente de acordo com os interesses e conhecimentos prévios dos estudantes.

Embora os professores organizem o planejamento de suas aulas atendendo os objetivos gerais do Projeto Político Pedagógico, que visa à contextualização dos conteúdos, é comum nas práticas de ensino nas séries os professores seguirem a sequência dos sumários dos livros didáticos, produzindo uma fragmentação e dificuldades de compreensão dos diferentes conteúdos da Biologia.

Bitencourt (2013) ressalta que a Botânica possui um destaque especial para estudos e descobertas de inúmeros conhecimentos científicos atuais. Muitos estudos utilizaram as plantas como organismo experimental face à reprodução e desenvolvimento nelas ocorrer mais rapidamente que nos animais e pela menor complexidade estrutural dos organismos. Os estudos da hereditariedade foram constatados por Mendel em primeiro lugar nas plantas.

Mesmo sabendo que a Botânica faz parte do cotidiano das pessoas, seja de forma direta na alimentação, seja indireta, como no uso de um fármaco extraído de um vegetal, ainda há um distanciamento entre o que se aprende de Botânica na escola e sua relação com a realidade do estudante. Muitos professores de Biologia argumentam que evitam as aulas de Botânica por apresentarem dificuldades em desenvolver atividades que despertem o interesse dos estudantes, que mostre a importância da botânica no seu cotidiano (CECCANTINI, 2006).

Assim, os conteúdos de Botânica, na maioria das vezes, são abordados nas aulas usando apenas o texto e imagens dos livros, de forma totalmente desvinculada da realidade dos estudantes. Isso impossibilita a conexão do conteúdo escolar à dinâmica da natureza e exclui os seres humanos como pertencentes às relações ecológicas visualizadas em sua aprendizagem (BITENCOURT, 2013).

O conteúdo é desenvolvido em um ensino com um elenco de termos muito diferentes e que não fazem parte do contexto do estudante. Existe uma total fragmentação dos conteúdos científicos, inviabilizando uma aprendizagem significativa que contribua para a autonomia e compreensão da realidade concreta dos estudantes em sala de aula, bem como não oferece motivação para que o estudante transponha esse conhecimento para outras instâncias.

Neste sentido, minimizando a problemática de ensinar Botânica, caberá ao professor criar situações de ensino que favoreçam a aprendizagem da Botânica, introduzindo as múltiplas representações e se preocupando com a apropriação dos conceitos, instigando os estudantes a buscarem informações e intervirem positivamente sobre os diversos aspectos presentes em seu cotidiano, sendo responsável pela formação de novos indivíduos sensíveis as questões ambientais, capazes de conduzir a transição para um futuro democrático e sustentável.

A abordagem de botânica no Ensino Médio geralmente acontece na sala de aula, sem a presença de um modelo que aproxime o estudante do seu contexto, inviabilizando a compreensão dos conceitos ensinados. Os cereais usados na alimentação (arroz, feijão, milho, soja, aveia, trigo) caracterizam estruturas das sementes, que apresentam diferentes organizações, constituindo-se em exemplos a serem explorados.

Os legumes e hortaliças consumidos em saladas se constituem exemplos de outros órgãos constituintes dos vegetais, que poderiam aproximar o estudante da compreensão dos conteúdos relacionados à área da Botânica. A falta de exploração dos elementos da Botânica presentes no cotidiano compromete significativamente o ensino e a aprendizagem do estudante.

6 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa ocorreu durante a 3ª Oficina Genética e Meio Ambiente, efetuada no segundo semestre de 2017, nas datas 16, 23 e 30 de setembro e 14 de outubro, contando com trinta estudantes com idades entre 14 e 19 anos e quatro monitores, sendo uma doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM), uma estudante do curso de Ciências Biológicas e dois estudantes do curso de Enfermagem da Universidade Estadual de Londrina.

No dia programado para a coleta de dados choveu, portanto, apenas quatorze estudantes estavam presentes e todos se tornaram sujeitos da pesquisa. São eles moradores das cidades de Cambé, Ibiaci, Londrina, Primeiro de Maio e Rolândia, com idades entre 15 e 18 anos, cursando as diferentes séries do Ensino Médio.

Novos Talentos é um programa desenvolvido e apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), órgão do Governo Federal, com o intuito de integrar a Educação Básica ao Ensino Superior, promovendo, assim, ações de melhoria na Educação Básica por meio de oficinas em horários extracurriculares (REJAN, 2017).

O programa foi disseminado por todo o Brasil em diferentes áreas de conhecimento: Biologia, História, Filosofia, Artes, etc. Na Universidade Estadual de Londrina, o Programa *Novos Talentos – Biologia* é oferecido pelo departamento de Histologia em parceria com o departamento de Anatomia e Biologia Geral desde 2011.

O projeto de extensão foi nominado *Projeto Novos Talentos – O Ensino das Ciências Morfológicas para a Educação Básica* e oferta oficinas de capacitação para estudantes e professores da rede pública de ensino de Londrina e região. A seleção para participação é feita dando preferência às escolas de baixo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) – pontuação de zero a três pontos.

Os graduandos de diversos cursos das Ciências Biológicas e da Saúde são os ministrantes das oficinas dos estudantes, escolhidos via seleção com entrevista individual. A oficina dos professores da rede básica conta com docentes dos departamentos citados anteriormente, do Centro de Ciências Biológicas.

No contexto da pesquisa, ano de 2017, o Projeto *Novos Talentos* contou com quatro oficinas. Foram ofertadas duas modalidades para estudantes por semestre: 7ª e 8ª Oficina Desvendando o Corpo Humano e 2ª e 3ª Oficina Genética e Meio Ambiente e uma modalidade para professores por semestre: 4ª Oficina Práticas de Anatomia e Histologia para a Educação Básica e 2ª Oficina de Microscopia para a Educação Básica.

A professora-pesquisadora participou como Coordenadora de Área da Oficina Genética e Meio Ambiente, responsável por supervisionar ativamente o planejamento das atividades, questões burocráticas e promover a interação estudantes-estudantes, estudantes-monitores e estudantes-conhecimento, por intermédio de atividades com colaboração e participação ativa de todos os envolvidos, com o objetivo de discutir assuntos pouco ou não explorados nas escolas.

6.2 PERCURSO METODOLÓGICO

As ações pedagógicas que se seguiram no decorrer da pesquisa foram planejadas nos moldes das múltiplas representações, visando explorar o conceito de polinização de diversas maneiras, com o objetivo de melhor atender os estudantes em sua pluralidade de conhecimentos e disponibilizar objetos e contextualizações para favorecer o processo de conceitualização.

Foi solicitado aos estudantes, em um primeiro momento, que coletassem diferentes flores encontradas no prédio de Anatomia e em seus arredores e levassem para o laboratório de ensino do departamento de Histologia da Universidade Estadual de Londrina. Enfatizou-se que as flores preferencialmente deveriam ter um tamanho médio ou grande, para melhor visualização das peças que as compõem.

Ao mesmo tempo, a professora-pesquisadora saiu caminhando no *campus* em um local mais afastado, procurando frutos e flores que imaginava serem diferentes das coletadas pelos estudantes. No segundo momento da atividade, a professora-pesquisadora distribuiu as coletas na bancada, pedindo aos estudantes que separassem as flores e frutos de acordo com seus próprios critérios e justificassem a sua escolha.

Após, foi conduzida uma atividade de observação das flores, levantando características importantes para a diferenciação de cada uma, como cor, odor, antese, formato da flor, partes reprodutivas e vegetativas. Assim, foi possível evidenciar a diversidade floral das Angiospermas, culminando na caracterização do tipo de síndrome polínica das espécies apresentadas, enfatizando quais partes funcionam como atrativo para os animais polinizadores. A atividade foi elaborada com o pressuposto de os estudantes ancorarem novas informações a seus conhecimentos prévios e associarem o exercício à imagem mental e esquemática adquirida na escola acerca do assunto.

A partir dessas características, foi realizada uma discussão sobre o conceito de polinização, destacando as estratégias das plantas terrestres para a reprodução, aspectos da evolução e ecologia das Angiospermas e atribuindo uma síndrome de polinização para cada grupo de flor disposta na bancada de acordo com suas características. Na discussão, houve a apresentação de tabelas, imagens, representações verbais e gestuais para melhor compreensão do tema abordado.

Ao final da atividade, foi entregue aos estudantes um papel contendo um texto elaborado pela professora-pesquisadora, o qual se encontra no apêndice A deste trabalho. Nenhuma instrução foi dada aos estudantes, salvo a instrução do cabeçalho. A atividade contava uma situação em que um biólogo foi contratado para encontrar as síndromes de polinização de uma determinada região, porém só conseguiu catalogar os animais e flores do local, sem observar uma interação entre os dois seres.

Cada estudante produziu um desenho relacionado ao texto, totalizando quatorze diferentes produções para análise. O texto ocupava metade da folha sulfite, ficando livre a outra metade e o verso da folha para desenhar. Foram também fornecidos aos estudantes folhas sulfite avulsas, lápis de cor, canetinha, lápis grafite, borracha e apontador.

Quadro 1 – Representações utilizadas na intervenção pedagógica

Etapa	Representação	Participante ativo da etapa	Ações
Coleta	Visual tridimensional	-Estudantes -Professora/pesquisadora	-Caminhar ao redor do prédio de Anatomia à procura de flores -Selecionar as flores de acordo com o pedido da professora/pesquisadora -Levar o montante à sala
Organização	Visual tridimensional	-Estudantes	-Elencar critérios de separação -Agrupar as flores e frutos da bancada seguindo os critérios -Apresentar o agrupamento aos monitores -Justificar os critérios escolhidos
Observação	Visual tridimensional	-Professora/pesquisadora	-Evidenciar as características florais -Identificar as características que funcionam como atrativo para polinizadores -Destacar as partes reprodutivas da planta
Discussão	Visual imagética, verbal, textual, gráfica, gestual	-Estudantes -Professora/pesquisadora	-Troca de informações acerca do conceito de polinização

			-Projeção de imagens, gráficos e tabelas das síndromes de polinização -Discussão acerca da importância das Angiospermas, sua evolução e ecologia
Leitura do texto	Textual	-Estudantes	-Leitura e interpretação do texto entregue pela professora/pesquisadora
Produção do desenho	Textual e visual imagética	-Estudantes	-Troca representacional das representações utilizadas na intervenção pedagógica para representação imagética

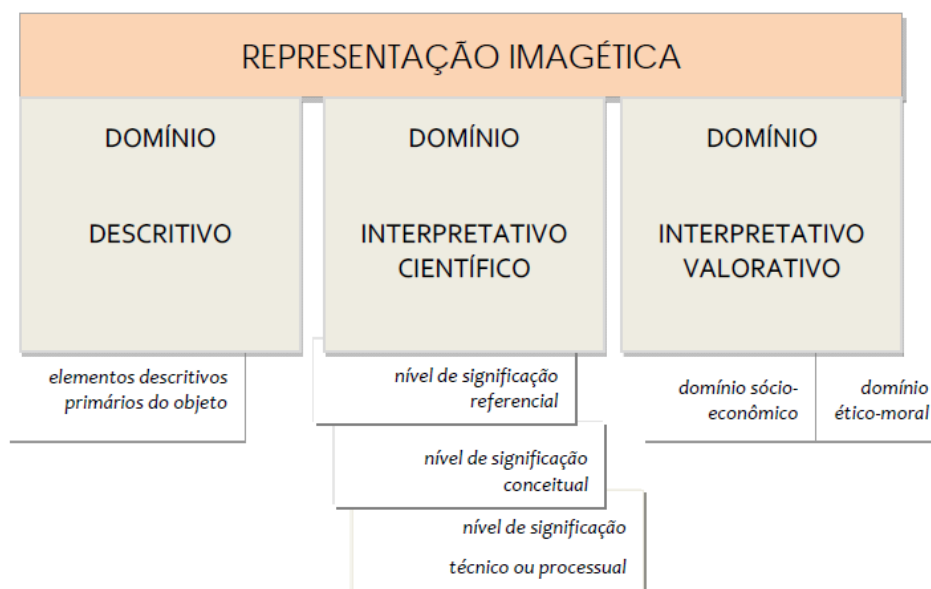
Fonte: A autora.

6.3 INSTRUMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS

Para fins de análise metodológica da pesquisa, foram estabelecidos critérios para observar os elementos contidos nos desenhos produzidos, inspirados no instrumento analítico de Klein (2011). Para preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, seus nomes foram alterados para nomes de abelhas nativas sem ferrão e os estudantes foram todos descritos com o artigo feminino.

O instrumento analítico definido por Klein (2011) propõe uma análise imagética a partir de categorias nominadas domínios, com subcategorias nominadas níveis de significação. Os domínios apresentam os aspectos mais gerais acerca do conceito, e os níveis de significação expressam itens específicos dentro de cada domínio. O instrumento estabelece três domínios, sendo eles *domínio descritivo*, *domínio interpretativo científico* e *domínio interpretativo valorativo*, representados na figura 1.

Figura 1 – Domínios e níveis de significação estabelecidos para análise de uma representação imagética



Fonte: Klein (2011).

O primeiro domínio, adaptado para domínio descritivo conceitual nesta dissertação, é destinado nesta pesquisa e na literatura às produções em que aparecem elementos que remetem ao conceito de polinização, que foi estabelecido no capítulo anterior como um importante processo reprodutivo das plantas independente de água e com a participação do grão de pólen, essencial para a propagação dos grupos vegetais Gimnosperma e Angiosperma.

Os elementos que podem ser associados ao conceito, levando em consideração o texto entregue, são as flores e os animais. Dentro do domínio descritivo há dois níveis de significação, elencados a fim de observar se a produção das estudantes enfatiza ou não os aspectos morfológicos referentes à polinização, tais como o bico dos pássaros, a espirotromba (aparelho bucal sugador) das borboletas e mariposas, a estrutura reprodutiva das flores, etc. (Quadro 2).

O domínio interpretativo científico abrange produções que enfatizam a interação animal-plantas. Como o exercício descrevia uma situação de encontrar as síndromes de polinização, neste domínio estão inseridos elementos dos desenhos das

estudantes que tentaram resolvê-lo. A interação pode ser observada mediante a proximidade do animal e da planta correspondentes, seja por um tracejado, um número associativo ou pela posição do animal em relação à flor no espaço desenhado.

Outro nível de significação elencado dentro do domínio interpretativo científico é a presença de cores. A cor, como visto no capítulo anterior, é um importante chamariz para os polinizadores, cada cor atraindo um tipo específico de animal. A cor foi o único critério específico escolhido das síndromes de polinização por ser o mais facilmente reproduzido na representação imagética.

O último domínio, interpretativo valorativo, engloba desenhos que buscaram representar a importância da polinização de uma maneira contextualizada. Os níveis de significação elencados a partir deste domínio são ecologia e evolução das plantas. É esperado em suas produções paisagens com grande biodiversidade, correlacionando as plantas e animais citados no exercício e destacando a dominância dessas plantas no ecossistema terrestre.

Quadro 2 – Níveis de complexidade conceitual para análise das produções

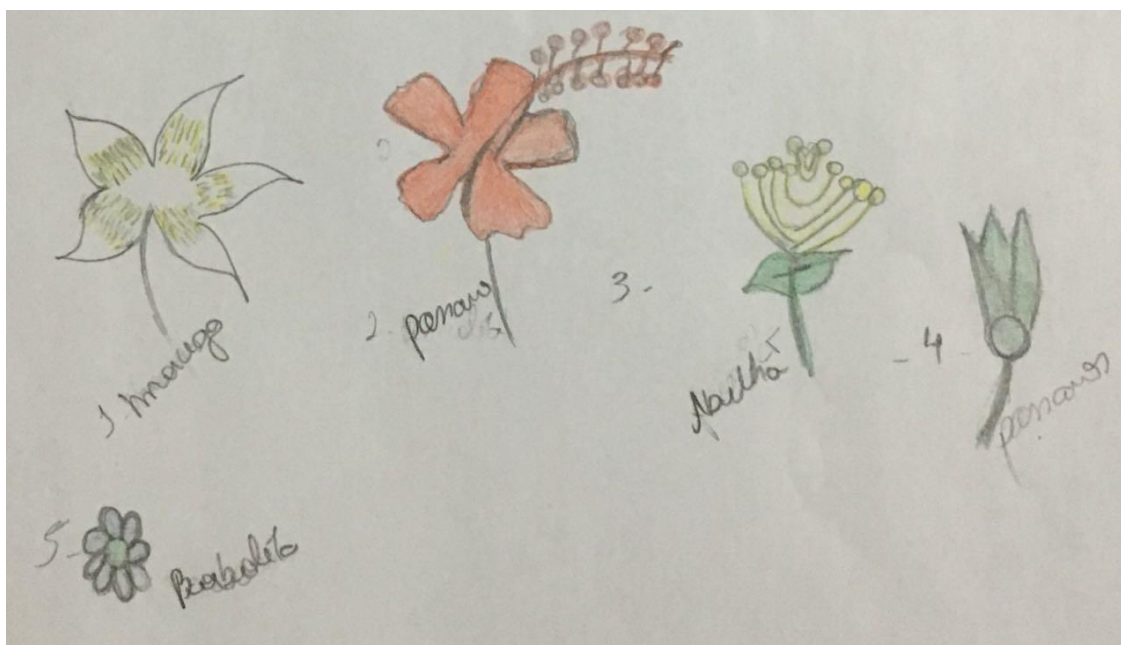
Domínios	Níveis de Significação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais
	Aspectos morfológicos das plantas
Interpretativo científico	Cores
	Síndromes de polinização
Interpretativo valorativo	Ecologia
	Evolução das plantas

Fonte: Adaptado de Klein (2011).

Como discutido anteriormente na seção 3.1, quando o estudante utiliza signos de maneira complexa e com linguagem científica, sendo expresso corretamente em situações similares, há apropriação do conceito trabalhado. Para a análise dos desenhos das estudantes, foi considerada apropriação do conceito quando houve a presença de três ou mais níveis de significação em sua produção, indicando que a estudante alcançou pelo menos dois dos domínios descritos.

7 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Figura 2 – Produção da estudante Arapuá



Fonte: os próprios autores

Quadro 3 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Arapuá

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Ausência
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

Como pode ser observado em sua produção, a estudante Arapuá desenhou as flores, porém escreveu os polinizadores. Houve uma tentativa de resolver o exercício por meio da associação das flores e polinizadores evidenciados no texto, visto que cada nome de polinizador está ao lado de uma flor numerada e colorida conforme descrito em cada item numerado no texto entregue às estudantes. As associações de número 2 e 3 são as únicas corretas.

A estudante atingiu três níveis de significação, sendo presente em sua produção o segundo nível do domínio descritivo conceitual e os dois níveis do domínio interpretativo científico. A coloração corresponde à especificada no exercício, e, na maioria das flores, com exceção da flor de número 4, há a estrutura reprodutora, representada com riscos amarelos na primeira flor e com bolinhas pequenas nas seguintes.

Os elementos evidenciados no desenho de Arapuá, as flores com sua estrutura reprodutiva, as cores e a evidência das síndromes de polinização indicam uma apropriação do conceito de polinização. É interessante notar que algumas das flores desenhadas são similares a flores que se encontravam dispostas na bancada após o término da atividade anterior, tomadas pela estudante como possíveis representações do exercício que estava resolvendo, frisando que aquelas flores exploradas anteriormente haviam se tornado referências do conceito de polinização na sua estrutura cognitiva.

Figura 3 – Produção da estudante Boca de Sapo



Fonte: A autora.

Quadro 4 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Boca de Sapo

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

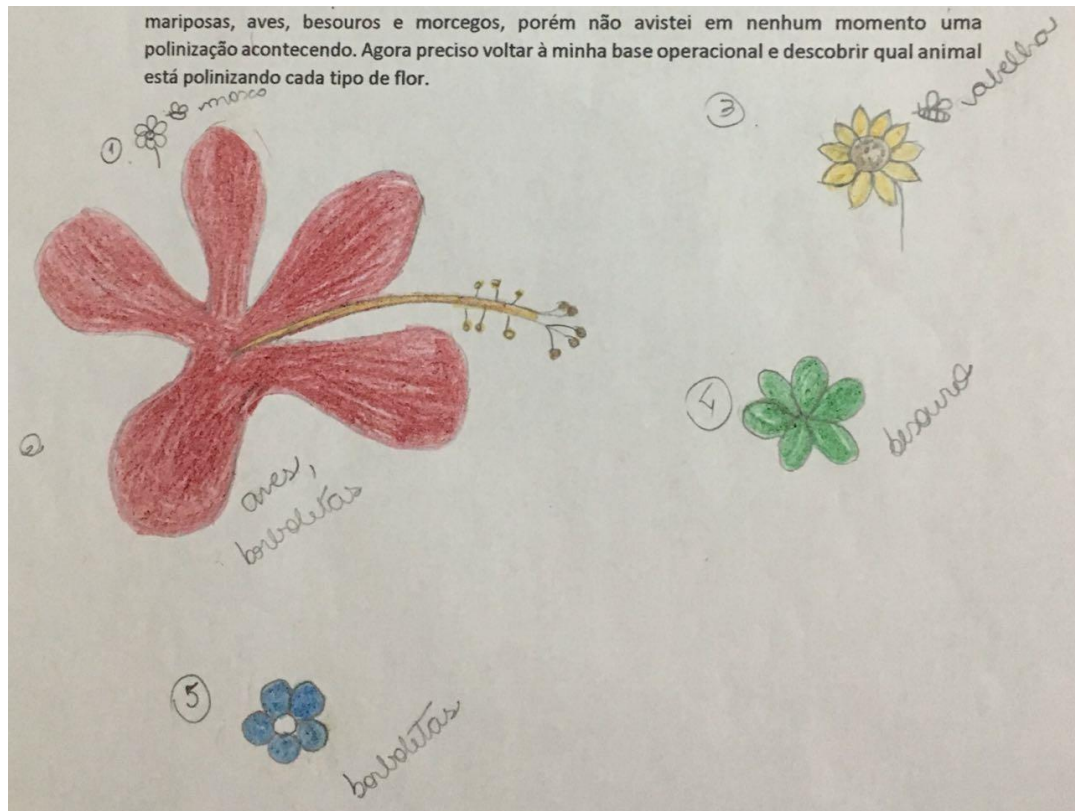
A estudante Boca de Sapo realizou uma tentativa de resolução de exercício, como é observado na numeração de 1 a 5 com as flores de respectivas cores como elencadas no exercício. Suas associações corretas são as de números 2 e 3. Há apenas duas palavras no desenho, utilizadas para diferenciar a abelha da mosca.

O desenho da abelha e da mosca são representados de forma similar, com duas bolas de tamanhos diferentes representando a cabeça e o corpo, antenas acima da cabeça, asas acima do corpo e pernas abaixo. Porém, a utilização das cores as diferencia, sendo a abelha representada de coloração preta e amarela e a mosca apenas de coloração preta. Outra diferenciação é o desenho do ferrão na parte posterior da abelha.

A estrutura reprodutora das flores está representada com uma bolinha no centro das pétalas, salvo a flor de número 2, onde a estrutura reprodutiva está pendente para baixo, com três bolinhas amarelas na ponta. Os animais foram desenhados como se estivessem indo ao encontro da flor, indicando a interação animal-flor.

A estudante atingiu os dois primeiros domínios, estando presente em seu desenho características dos quatro primeiros níveis de significação: aspectos morfológicos dos animais, aspectos morfológicos das plantas, cores e síndromes de polinização. A presença da maioria dos critérios na produção da estudante evidencia a apropriação do conceito de polinização, com os elementos importantes associados ao conceito destacados em seu desenho.

Figura 4 – Produção da estudante Borá



Fonte: A autora.

Quadro 5 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Borá

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

Borá fez uma tentativa de resolução do exercício, associando corretamente as interações apontadas em seu desenho como as de número 2, 3 e 4. A estudante desenhou flores e animais, porém os animais são vistos em representação imagética apenas nas associações 1 e 3. Apesar disso, os elementos estão relacionados, pois nos desenhos é perceptível que o animal está indo ao encontro da flor.

Apenas as flores apresentam coloração, a mosca e a abelha desenhadas pela estudante estão sem cor. A representação textual aparece em grande quantidade, com palavras e números, algumas palavras até substituindo a forma representacional imagética. Com exceção da flor de número 4, todas as flores estão representadas com a sua estrutura reprodutiva: 1, 3 e 5 com uma bolinha no centro das pétalas e 2 com um pendente contendo bolinhas em uma das extremidades.

Os domínios descritivo conceitual e interpretativo científico foram atingidos por Borá, que apresenta em seu desenho características morfológicas inerentes aos animais e flores, bem como as síndromes de polinização e o uso de cores. A presença de quatro níveis de significação indica uma apropriação do conceito por parte da estudante.

Figura 5 – Produção da estudante Feiticeira



Fonte: A autora.

Quadro 6 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Feiticeira

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Ausência
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

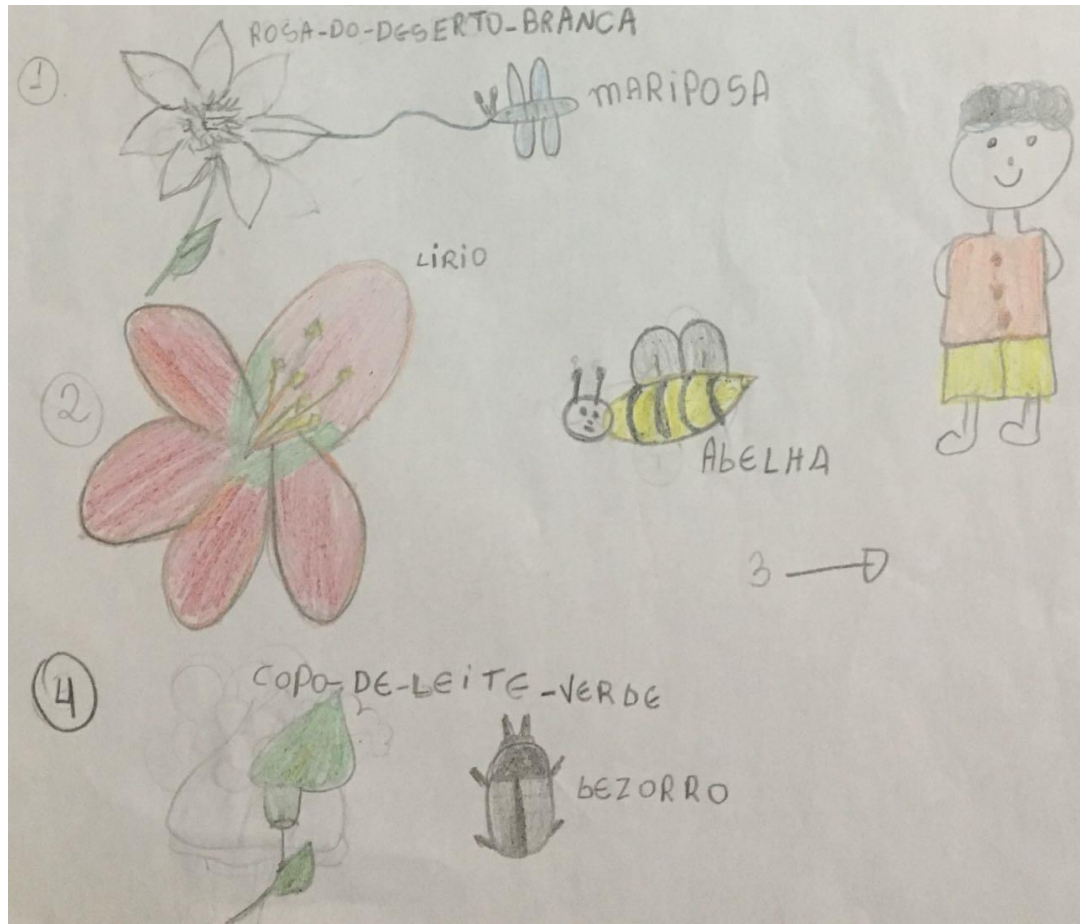
No caso da estudante Feiticeira, o desenho foi realizado de maneira solta, com elementos do texto que ela considerou importante, porém sem destaques ou detalhes para um ou outro elemento. O biólogo é representado na figura com uma lupa, como uma ação de observação mais detalhada das flores na tentativa de observar a polinização.

Há duas flores representadas genericamente e um polinizador, sem indicações ou pretensão de associação entre os elementos. No texto, o biólogo encontra as flores e os polinizadores, sem assistir ao processo, cena retratada na produção da estudante. As flores contêm a representação da estrutura reprodutiva, desenhada na cor amarela entre suas pétalas.

Como a estudante optou por colorir seu desenho, é possível inferir que o animal desenhado é uma abelha, devido à presença de listras amarelas na bolinha que representa o corpo, além da presença do ferrão em sua parte posterior. Feiticeira preocupou-se em retratar a cena, a história por trás do exercício e, com isso, não é possível observar uma apropriação do conceito de polinização por essa estudante.

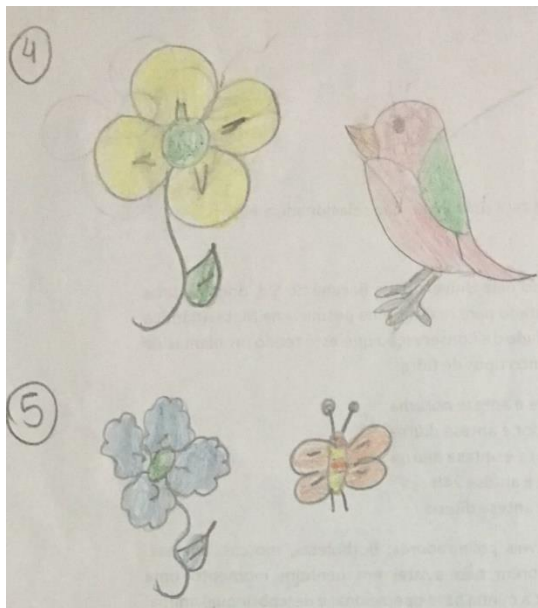
Os domínios contemplados no desenho de Feiticeira são os domínios conceitual e interpretativo científico, sendo os níveis de significação observados os aspectos morfológicos das flores e animais e as cores. A presença de três dos níveis indica uma apropriação do conceito pela estudante.

Figura 6 – Produção da estudante Jataí (frente)



Fonte: A autora.

Figura 7 – Produção da estudante Jataí (verso)



Fonte: A autora.

Quadro 7 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Jataí

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

Um diferencial da estudante Jataí foi desenhar e escrever os nomes tanto das flores quanto dos polinizadores em sua tentativa de resolução do exercício – apesar de não fazer o mesmo nos desenhos do verso da folha – e desenhar o biólogo, indicando uma ação de observação como descrita no texto. As associações de número 1 e 4 (“copo-de-leite-verde” em associação com “bezorro”) estão corretas.

No primeiro desenho, pode-se observar o processo da polinização acontecendo, evidenciado pela espirotromba (aparelho bucal sugador das mariposas e borboletas) indo ao encontro da flor. A estudante desenhou uma espirotromba grande devido ao exemplo utilizado pela professora-pesquisadora, a Mariposa de Darwin (*Xanthopan morgani*).

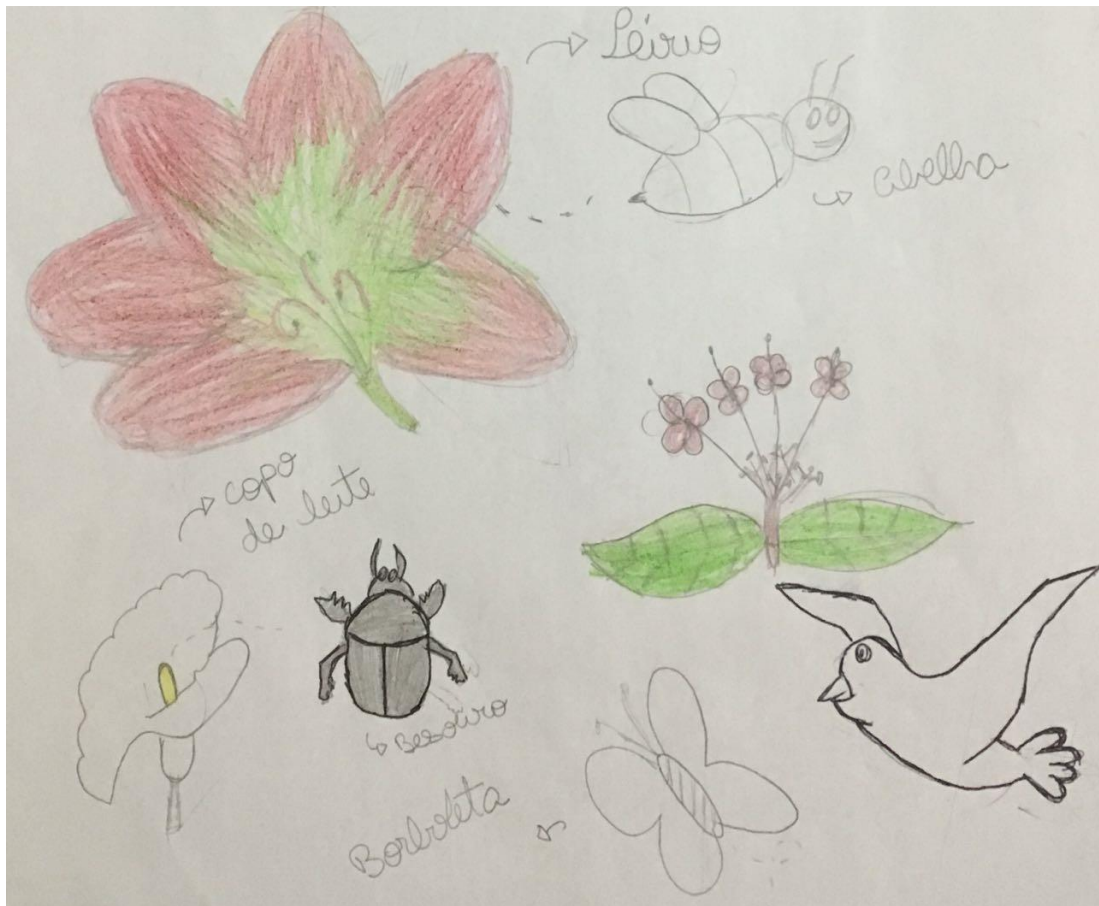
É percebida no desenho a presença de numerais, sendo repetido o número quatro. Na parte da frente da folha, a estudante desenhou uma abelha e, abaixo, o número 3 e uma seta. Esta associação está correta, pois o animal da síndrome de polinização que envolve as características florais expostas no número 3 do exercício proposto é a abelha.

Entretanto, no verso da folha, a estudante desenha a flor amarela, que é a coloração da flor número 3, e a associa com um pássaro à sua direita e ao número 4 à sua esquerda. Como no número 3 não está associada uma flor e a estudante escreveu o número 4 no verso, a associação não foi considerada correta.

A estrutura reprodutiva das flores está evidenciada em todos os desenhos de maneira centralizada, entre as pétalas. Na flor branca, a estrutura está de grafite, enquanto que nas flores vermelha e verde está amarela. Nas flores do verso da folha, de coloração amarela e azul, a estrutura está pintada de verde.

As cores utilizadas para as representações de alguns dos animais foram curiosas: azul para a mariposa, rosa para o pássaro, preto para o besouro e laranja para a borboleta. São cores não comumente associadas aos animais aqui descritos. Por apresentar todos os níveis de significação dentro dos domínios descritivo conceitual e interpretativo científico, é possível inferir que a estudante se apropriou do conceito trabalhado.

Figura 8 – Produção da estudante Mandaçaia



Fonte: A autora.

Quadro 8 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mandaçaia

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

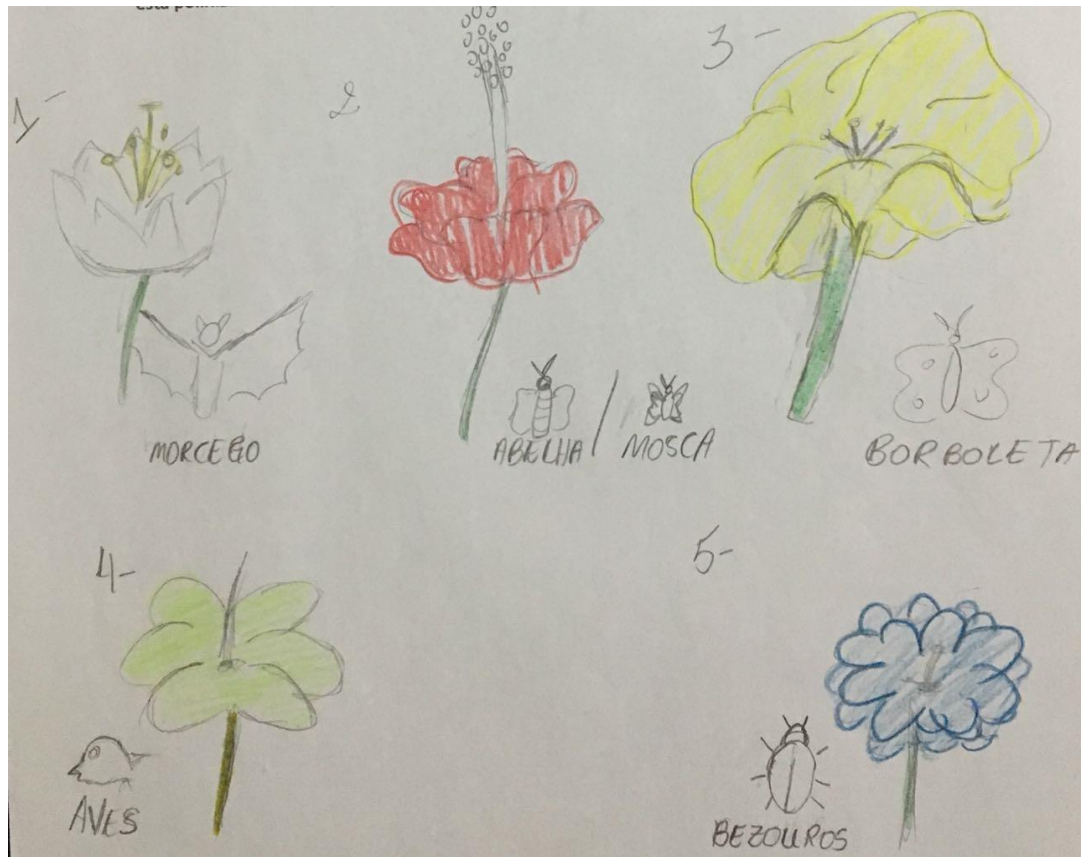
Fonte: A autora.

A estudante Mandaçaia não representou todas as flores indicadas no exercício, apenas as de indicação 1 e 2. Com a falta da representação textual em forma de números, as cores foram importantes para identificar as associações. Apesar de o exercício indicar apenas uma flor de coloração vermelha, duas das três representações da produção da estudante apresentam essa cor. Considerando que ambas estavam dispostas na bancada devido à discussão anterior ao exercício proposto, é possível inferir que Mandaçaia as utilizou de referência para seu desenho.

A maneira que a estudante encontrou para indicar as associações representadas foi uma linha tracejada entre copo de leite → besouro e lírio → abelha. A terceira flor, não nomeada, conta com dois possíveis polinizadores – a borboleta e o pássaro. A ausência da linha tracejada entre os três elementos sugere uma dúvida que a estudante não conseguiu solucionar antes da entrega de sua produção. Nenhuma das associações foi feita corretamente.

Apesar de representar poucas das flores elencadas no exercício, os quatro níveis de significação, inseridos nos domínios descritivo conceitual e interpretativo científico foram contemplados. Isto nos indica que, por mais que não tenha associado corretamente, os elementos que estão ligados à polinização estão presentes, inferindo, por fim, uma apropriação do conceito pela estudante.

Figura 9 – Produção da estudante Mandaguari



Fonte: A autora.

Quadro 9 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mandaguari

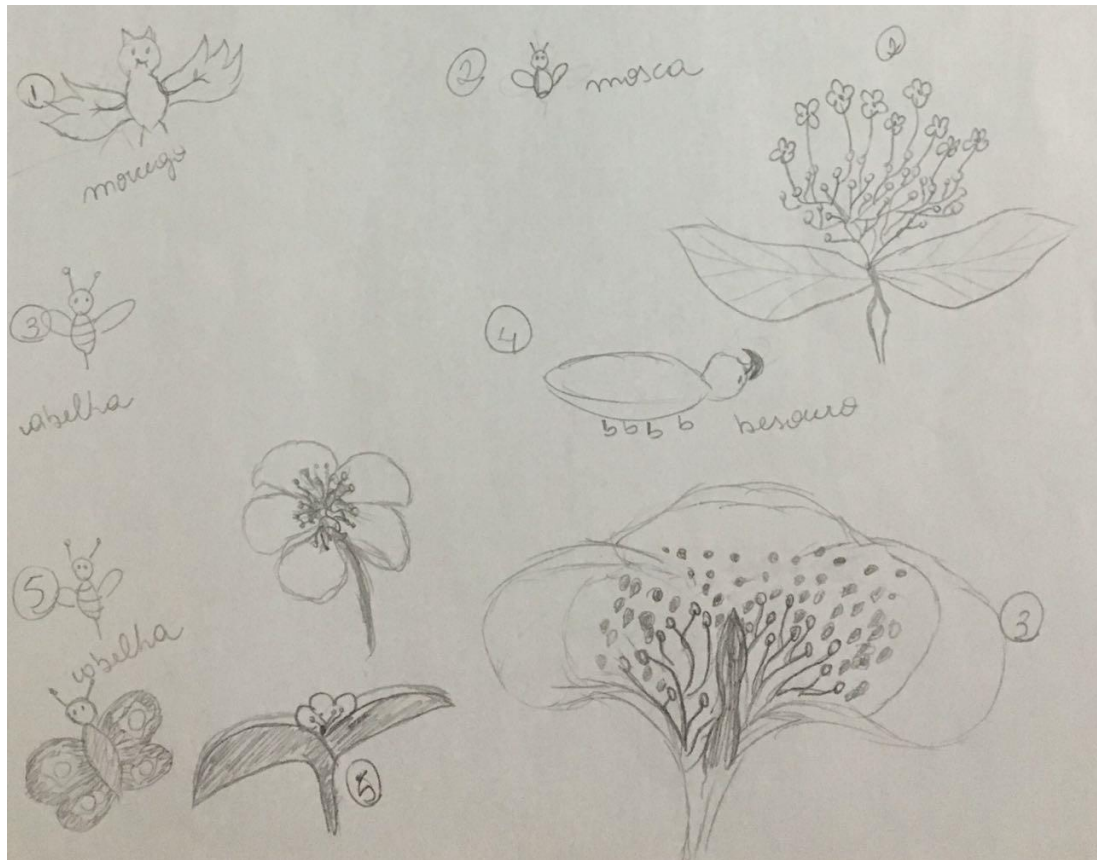
Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

Mandaguari fez a tentativa de resolução do exercício, porém não houve nenhuma associação correta. Podemos observar as flores e os animais reproduzidos imgeticamente lado a lado, conforme cada tentativa de associação, com flores identificadas por meio da coloração e seus respectivos polinizadores por meio dos desenhos com a representação textual diretamente abaixo deles. Há também a indicação numeral de cada associação.

No centro das pétalas de cada flor está desenhada a estrutura reprodutiva, com uma ou várias hastes apontadas para cima com bolinhas na ponta – exceto a flor de número 4, na qual não há bolinhas desenhadas ao final da grossa haste. É observável a presença de quatro níveis de significação na produção de Mandaguari, correspondentes aos domínios descritivo conceitual e interpretativo científico, indicando que a estudante se apropriou do conceito de polinização.

Figura 10 – Produção da estudante Marmelada Negra



Fonte: A autora.

Quadro 10 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Marmelada Negra

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Ausência
	Síndromes de polinização	Ausência
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

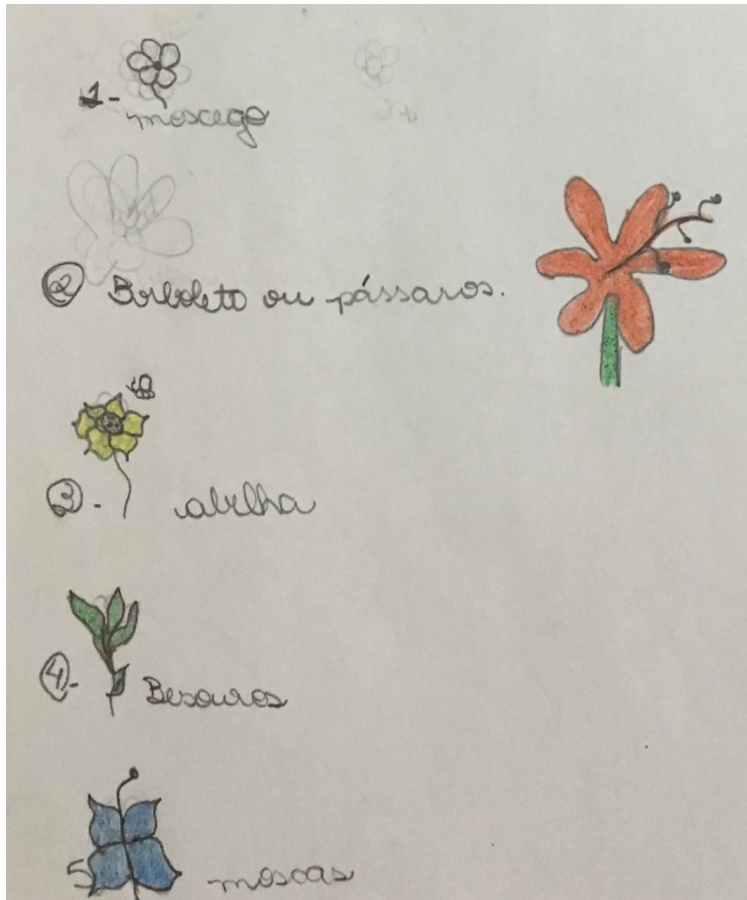
A estudante Marmelada Negra desenhou as flores e os animais, entretanto aparenta ter desenhado os elementos que conhecia e, posteriormente, tentado realizar a associação através dos numerais. As flores de numeração 2 e 5 estavam na bancada, haviam sido coletadas pelos estudantes para a atividade de observação. Interessante constatar que a flor de número 2 é vermelha, como a do exercício, porém a flor desenhada de número 5 é roxa, um exemplar da espécie *Tradescantia pallida*, enquanto que a flor 5 do exercício era de coloração azul.

Podemos observar que a abelha foi desenhada duas vezes, uma abaixo da outra, não há número em seu desenho de borboleta e uma das flores do texto não foi representada – ao total, a discente desenhou seis polinizadores e quatro flores. A não utilização de cores e a falta de interação entre os elementos em sua produção deixa a indicação das associações apenas pelos numerais. De acordo com suas numerações, ela desenhou corretamente três polinizadores, representados pelos números 3, 4 e 5.

As estruturas reprodutivas das flores foram desenhadas, em sua maioria, com um tracejado representando uma haste e uma bolinha na ponta entre as pétalas. A flor desenhada de maneira diferente é a de número 2, cuja estrutura reprodutiva é a bolinha no centro das pétalas.

Os níveis de significação observáveis na produção de Marmelada Negra são os aspectos morfológicos das flores e animais, ambos inseridos no domínio descritivo conceitual. Logo, a partir dos critérios estabelecidos para a análise das produções, a estudante não se apropriou do conceito de polinização.

Figura 11 – Produção da estudante Mirim Droryana



Fonte: A autora.

Quadro 11 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mirim Droryana

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

A estudante Mirim Droryana fez uma produção visando à tentativa de resolver o exercício, associando corretamente os desenhos de número 2, 3 e 4. Apenas na associação 3 é possível observar a representação imagética do animal, o restante dos polinizadores foi representado textualmente. A estudante utilizou dois possíveis polinizadores na associação de número 2, estando correta na segunda opção.

As flores foram coloridas, mas o único polinizador desenhado não o foi. Nas flores de número 1 e 3 é possível observar a estrutura reprodutiva como uma bolinha no centro das pétalas. A flor de número 2 traz a estrutura reprodutiva como um pendente, com bolinhas em sua ponta, assim como a flor de número 5. Na flor de número 4 não é observada a estrutura reprodutiva.

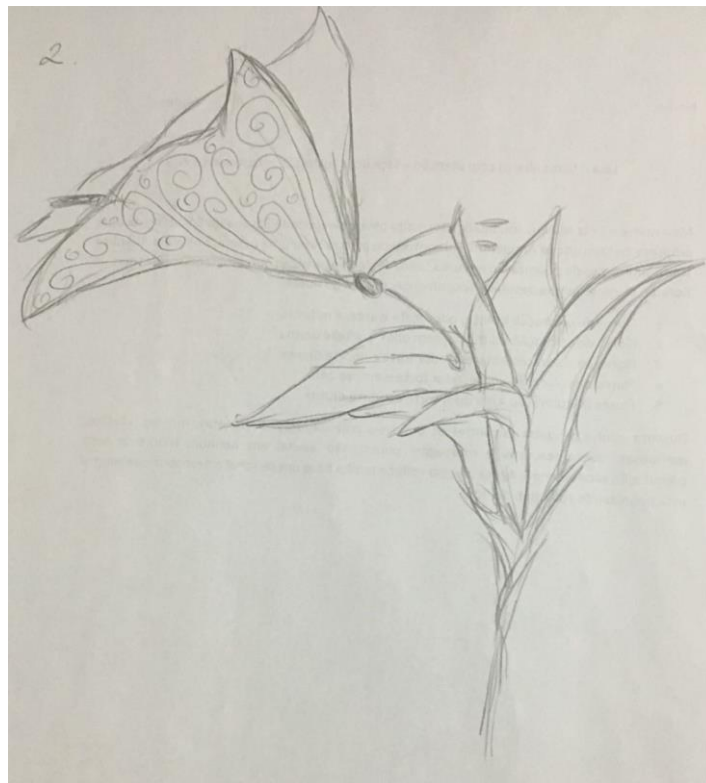
A representação do polinizador na associação de número 3 foi feita de maneira interativa, com a abelha se aproximando da estrutura reprodutiva da flor amarela, o que possibilita considerar que houve interação animal-flor em seu desenho. A estudante atingiu, com sua produção, o domínio descritivo conceitual e o interpretativo científico, estando presentes os quatro níveis de significação elencados nos dois domínios. Portanto, é possível inferir que a estudante se apropriou do conceito trabalhado.

Figura 12 – Produção da estudante Mirim-Guaçu (frente)



Fonte: A autora.

Figura 13 – Produção da estudante Mirim-Guaçu (verso)



Fonte: A autora.

Quadro 12 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mirim-Guaçu

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Ausência
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

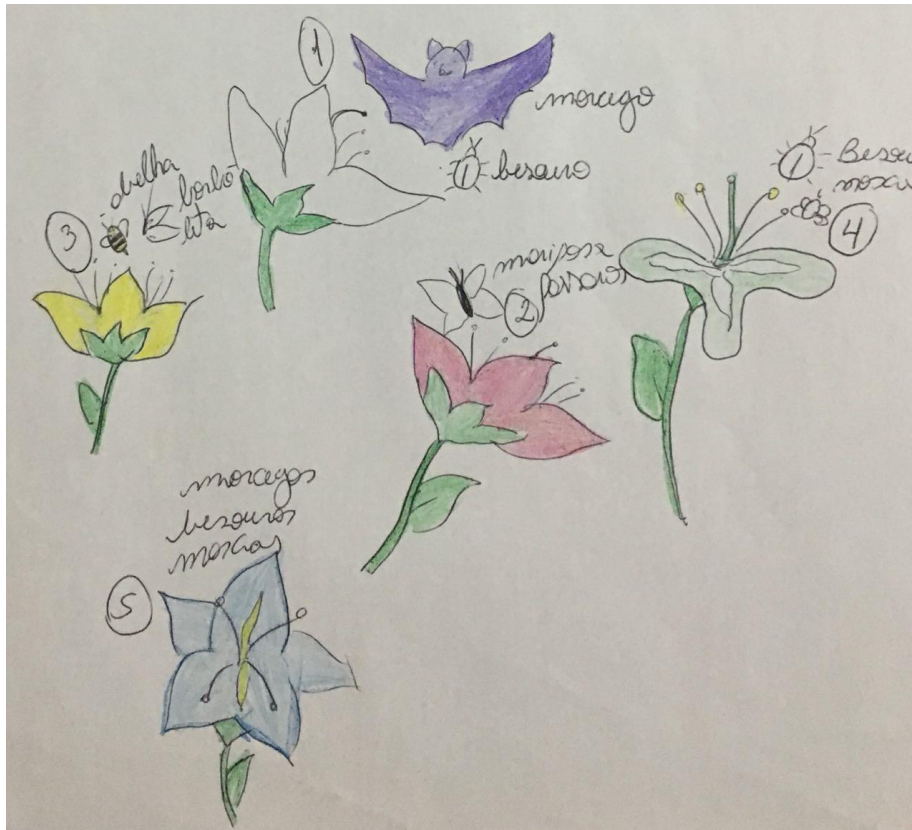
Fonte: A autora.

A estudante Mirim-Guaçu não utilizou cores nem palavras, restando apenas os numerais para as indicações de sua tentativa de correlação. Os desenhos indicados como 3 e 4 apresentaram uma associação correta da flor com o polinizador. Os desenhos da estudante indicam interação entre os elementos, visto que os polinizadores estão indo ao encontro das flores, alguns até já pousados sobre elas.

É possível observar nas figuras 12 e 13 as flores com a parte reprodutora exposta, representadas no meio das pétalas na forma de hastes com bolinhas na ponta, salvo a flor de número 4, em cujo centro o polinizador está pousado; não há indícios da estrutura reprodutiva.

A presença dos níveis de significação estrutura morfológica dos *animais*, *estrutura morfológica das flores*, *cores* e *síndromes de polinização* indicam que a estudante atingiu dois domínios: descritivo conceitual e interpretativo científico. Com esta constatação, é possível afirmar que a estudante se apropriou do conceito de polinização.

Figura 14 – Produção da estudante Mirim Juliani



Fonte: A autora.

Quadro 13 – Níveis de complexidade observados na produção da estudante Mirim Juliani

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

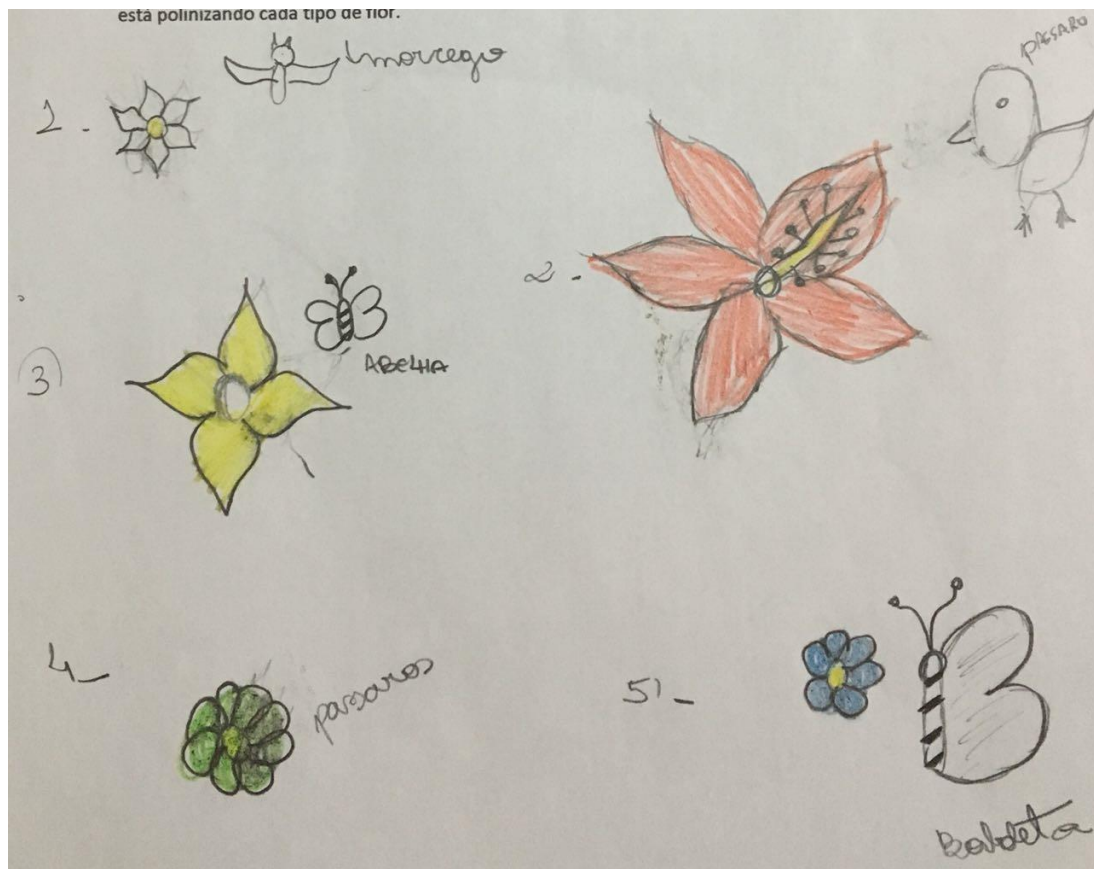
Fonte: A autora.

Mirim Juliani fez a tentativa de resolução do exercício, e as associações 2, 3 e 4 estão corretas. Os elementos primários representados em seu desenho, as flores e os animais foram representados de maneira imagética e textual, com exceção da associação de número 5. As flores foram todas coloridas de acordo com o desenho, porém apenas o morcego e a abelha ganharam coloração entre os animais. O morcego foi pintado na cor roxa, única representação com cor fictícia do desenho.

A estudante demonstra incerteza em suas associações, visto que, em cada uma, há pelo menos dois possíveis polinizadores. A estrutura reprodutiva das flores foi representada como uma haste com bolinhas na ponta em todas as flores, e apenas as bolinhas da flor número 4 foram pintadas. A cor escolhida pela estudante foi o amarelo, possivelmente representando o pólen.

Os animais representados estão pairando acima das flores, indicando a tentativa de representação da interação animal-flor no desenho de Mirim Juliani. A presença de quatro níveis de significação em sua produção é dada como apropriação do conceito de polinização, visto que atinge dois domínios diferentes – descritivo conceitual e interpretativo científico.

Figura 15 – Produção da estudante Mirim-Preguiça



Fonte: A autora.

Quadro 14 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mirim-Preguiça

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

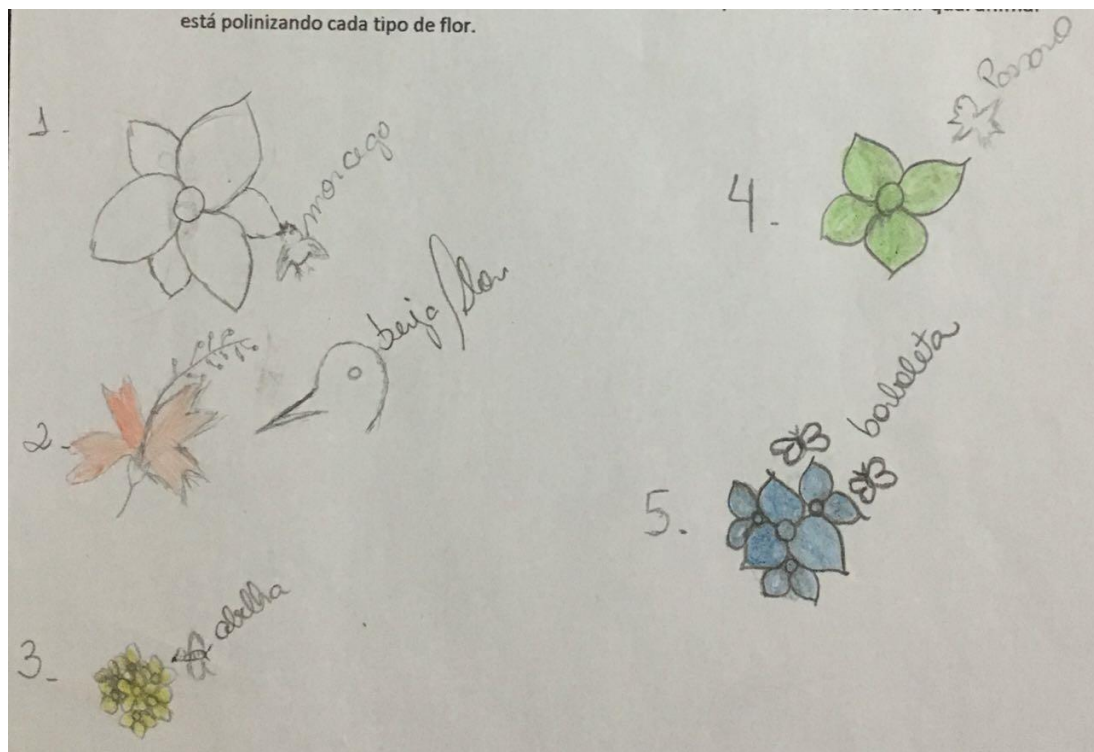
Fonte: A autora.

A estudante Mirim-Preguiça fez uma produção com tentativa de resolução do exercício. Foram desenhadas flores e animais; as flores foram coloridas, e os polinizadores não. As associações de numeração 2 e 3 estão corretas. Apenas a associação de número 4 não apresenta a representação imagética do polinizador.

A estrutura reprodutiva da flor foi desenhada em todas as flores como uma bolinha no centro das pétalas. As bolinhas das flores 1, 2 e 3 são amarelas, enquanto que na flor 3 ela aparece em branco e na flor 5, em verde. Na flor de número 2, da bolinha sai uma haste grossa e amarela, com hastes mais finas na ponta, cada haste fina com uma bolinha em sua extremidade.

Os animais desenhados estão indo em direção às flores, sendo assim considerada presente a interação animal-flor. A produção da estudante atingiu os domínios descritivo conceitual e interpretativo científico, sendo presentes em seu desenho os aspectos morfológicos dos animais e flores, cores e síndromes de polinização. Sendo assim, é possível inferir que a estudante se apropriou do conceito.

Figura 16 – Produção da estudante Mombuca



Fonte: A autora.

Quadro 15 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Mombuca

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Presença
	Síndromes de polinização	Presença
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

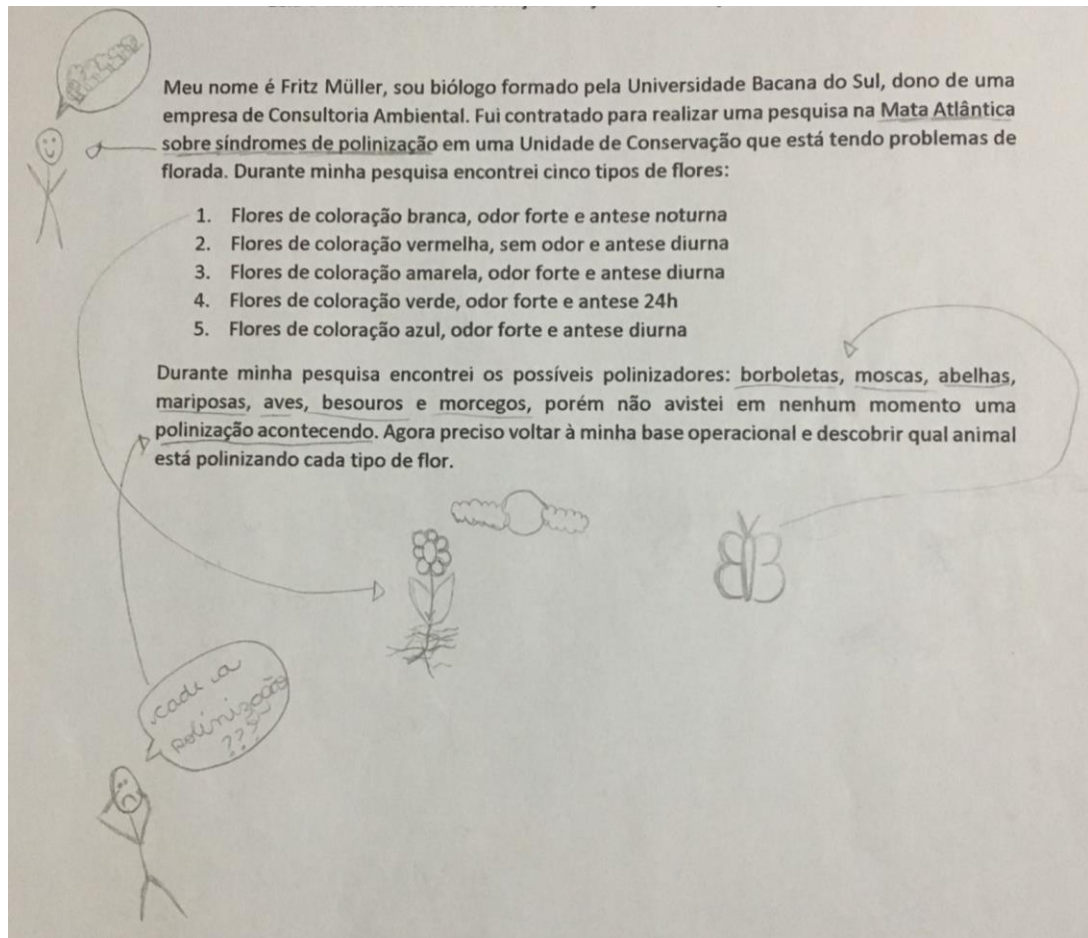
Fonte: A autora.

A produção da estudante Mombuca revela a tentativa da estudante de solucionar o exercício, porém conseguiu associar corretamente apenas os desenhos de numeração 2 e 3. Há presença de animais e flores, com os animais representados indo ao encontro das suas respectivas flores. As flores foram desenhadas com cor, e os animais sem a coloração.

É interessante observar que a estudante considerou a flor 2 polinizada por beija-flor e a flor 4 por pássaro, sendo que o beija-flor é um tipo de pássaro. A estrutura reprodutiva das flores está presente, na forma de bolinhas, no centro das pétalas, exceto a flor de número 2, que tem a estrutura reprodutiva em forma de haste com bolinhas na ponta.

A interação animal-flor está presente na produção de Mombuca, visto que os animais estão indo ao encontro das flores desenhadas. A presença dos níveis de significação *aspectos morfológicos dos animais*, *aspectos morfológicos das flores*, *cores* e *síndromes de polinização* indicam que a estudante atingiu os domínios descritivo conceitual e interpretativo científico, sendo possível inferir que houve apropriação do conceito.

Figura 17 – Produção da estudante Tubuna



Fonte: A autora.

Quadro 16 – Níveis de complexidade conceitual observados na produção da estudante Tubuna

Domínios	Níveis de Significação	Observação
Descritivo conceitual	Aspectos morfológicos dos animais	Presença
	Aspectos morfológicos das plantas	Presença
Interpretativo científico	Cores	Ausência
	Síndromes de polinização	Ausência
Interpretativo valorativo	Ecologia	Ausência
	Evolução das plantas	Ausência

Fonte: A autora.

Tubuna sublinhou e indicou com setas as partes que mais lhe chamavam a atenção no texto e desenhou-as. O biólogo está representado em dois momentos, indicando uma ordem cronológica de uma história que a estudante parece querer contar. Não há presença de cores em seu desenho, e apenas uma flor e um animal estão representados, sem interação entre si.

A única flor em seu desenho conta com a estrutura reprodutiva, representada como uma bolinha no centro da flor. Tubuna atingiu apenas o domínio descritivo conceitual, com presença de elementos básicos que remetem ao conceito, desenhados de maneira arbitrária. Logo, com seu desenho, não é possível observar uma apropriação do conceito de polinização.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos desenhos produzidos pelas estudantes na atividade de síndromes de polinização foram observadas associações dos elementos discutidos antes da tomada dos dados: flores desenhadas pelos estudantes baseadas nas flores naturais coletadas que estavam na bancada, bem como os animais mencionados pela professora-pesquisadora nas discussões acerca de síndromes de polinização. Assim, é possível inferir que houve contextualização por parte das estudantes.

Os trabalhos, em sua maioria, encaixam-se em uma tentativa de resolução do exercício proposto, sendo a associação de número 3 a com o maior número de acertos, com nove estudantes desenhando a flor amarela junto de uma abelha. Em contrapartida, Tubuna optou por realizar uma ilustração do texto, contando partes da sua história em desenhos, e Feiticeira extraiu os elementos que lhe pareciam principais do texto e desenhou-os sem ordem cronológica ou sequencial.

O domínio descritivo conceitual pode ser entendido como um domínio mais superficial, simples, que indica os elementos mais básicos que remetem à polinização. Todas as estudantes atingiram este domínio, e as estudantes Marmelada Negra e Tubuna apresentaram apenas este nível de domínio conceitual.

O domínio interpretativo científico envolve uma maior complexidade de processos cognitivos para ser associado ou representado, sendo uma contextualização do conceito de polinização. A maioria dos estudantes atingiu este nível, indicando que a estratégia de múltiplas representações, utilizada durante o percurso metodológico, contribuiu para a o processo de construção do conceito.

Não foi encontrada nesta dissertação nenhuma produção que atingisse o terceiro domínio, o domínio interpretativo valorativo. Este domínio implicava em uma abstração e generalização do conceito. Para os estudantes alcançarem este nível, sugerem-se novas abordagens metodológicas, tais como debates e situações-problema envolvendo assuntos como sucessão ecológica e problemas ambientais.

A representação dos animais e plantas presentes nos desenhos das estudantes foi elaborada com similaridade gráfica, como a abelha que foi desenhada de uma mesma forma, com um círculo pequeno representando a cabeça, um círculo

maior representando o corpo do animal, as asas, o ferrão. Outro animal representado com frequência pelas estudantes foi o morcego, com seu corpo em forma parecida com a de um violão e as asas abertas pontiagudas na extremidade.

Os desenhos das flores, por mais variados que se apresentassem, mantêm características que as identificam como tais: as pétalas, um cabinho com uma folha, o miolo amarelo. As similaridades apresentadas vão ao encontro da construção cultural de signos defendida por Vygotsky (1994). Os signos desenhados na atividade foram identificados sem a necessidade de uma intervenção de caráter tradutório, evidenciando que o canal de comunicação foi estabelecido.

De acordo com a definição de conceito trazida nesta dissertação, conceito é um conjunto de objetos e situações aos quais atribuímos um mesmo signo ou símbolo por meio de um complexo processo de pensamento e contextualização. Os elementos desenhados pelas estudantes na atividade sobre síndromes de polinização foram traduzidos na forma de um novo conjunto de elementos, mais complexos e com linguagem científica na rede semântica delas, processo considerado como conceito por Giordan e Vecchi (1996). Com isso, são estabelecidas novas aprendizagens, que, segundo Ausubel (2000), são um importante aspecto para a criação de significados e resolução de problemas.

Nos métodos de aprendizagem descritos por Ausubel (2000), mencionados no capítulo teórico de apropriação de conceitos, há o processo de formação conceitual; nele se começa a entrar em contato com as especificidades do conceito e a assimilação conceitual, em que há a associação e recombinação do que já se sabe e inclusão de novas informações acerca daquele conceito.

Os desenhos de Arapuá, Feiticeira, Mandaguari, Marmelada Negra e Tubuna não apresentaram interação entre os elementos primários de polinização, indicando uma fraca apropriação do conceito, como se as estudantes estivessem no processo de formação conceitual, ainda testando e generalizando os elementos acerca do conceito. Em contrapartida, as outras estudantes estão no processo de assimilação conceitual, criando outras conexões ao que está apropriado do conceito.

Considerando a definição de Joly (2007) para imagem científica, podemos incluir as produções nesta definição, sendo o fenômeno mais próximo possível da realidade retratado a polinização. A presença constante de escritas e

numerais é abundante, apontando, como em outros trabalhos da área explorados em capítulos anteriores, que a grafia é a linguagem dominante, principalmente em se tratando do contexto escolar (COSTA, 2005; ALEXANDROFF, 2010).

Ao analisar as produções à luz da troca representacional, é observado um maior domínio da representação imagética, evidenciando uma transição que pode ser entendida como aprendizado. Contudo, os equívocos realizados nas tentativas de associação dos polinizadores e das flores indicam a necessidade de um maior tempo de contato das estudantes com as síndromes de polinização para esta vertente do conceito ser apropriada.

A professora-pesquisadora não deu orientações verbais ou qualquer detalhamento da maneira como proceder; as estudantes receberam apenas a breve instrução do cabeçalho: “Leia o texto abaixo com atenção e faça uma ilustração relacionada a ele”. As tentativas de solução do exercício mostram como o ensino atual se enraíza nos estudantes, sendo considerado uma verificação de quem aprendeu. O estudante deve resolvê-lo e conferir seu desempenho em uma resposta pronta. Apesar disso, duas estudantes seguiram caminhos diferentes; mesmo sendo um baixo número, mostra a multiplicidade da sala de aula. O questionamento que se surge ao observar a situação exposta é: como essas respostas “fora do padrão” são tratadas no espaço escolar?

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, v. 33, p. 131-152. 1999.
- ALEXANDROFF, M.C. Os caminhos paralelos do desenvolvimento do desenho e da escrita. **Construção Psicopedagógica**, v. 18, n. 17, p. 20-41. São Paulo, 2010
- ALMEIDA, T.A.; CASTRO, C.F.; CAVALCANTI, E.L.D. Linguagem Audiovisual no Ensino de Química. **The Eletronic Journal of Chemistry**, v. 6, n. 1. Mato Grosso do Sul, 2014.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2000. 219p.
- BENITE, A.M.C.; BENITE, C.R.M.; VILELA-RIBEIRO, E.B. Educação inclusiva, ensino de Ciências e linguagem científica: possíveis relações. **Revista Educação Especial**, v. 28, n. 51, p. 83-92. Santa Maria, 2015.
- BITENCOURT, I.M. **A Botânica no Ensino Médio: Análise de uma Proposta Didática baseada na Abordagem CTS**. 2013. Dissertação (Mestrado); Universidade Estadual do sudoeste da Bahia, Jequié/BA. 2013.
- BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2006. 58p.
- BRASIL. **Decreto nº 7.084, 27 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2007-2010/2010/Decreto/D7084.htm>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- CASTELLAR, S.M.V. Educação Geográfica: a psicogenética e o conhecimento escolar. **Caderno Cedes**, v. 25, p. 209-225. Campinas, 2005.
- CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006.
- COLIN, P.; CHAUVET, F.; VIENNOT, L. Reading images in optics: students' difficulties and teachers' views. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 3, p. 313-332. 2002.
- COSTA, C. **Educação, Imagem e Mídias**. 1. ed, v. 12. São Paulo: Cortez, 2005. 198 p.
- DELEVORYAS, T. **Diversificação nas Plantas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca Pioneira de Biologia Moderna, 1978. 184 p.

DERDYK, E. **Formas de pensar o desenho** – desenvolvimento do grafismo infantil. 3. ed. São Paulo: Scipione, 1989. 239 p.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 7, n. 2, p. 266-297. Florianópolis, 2012.

FUTUYMA, D. **Biologia Evolutiva**. 3. ed. Natal: Funpec, 2009. 832 p.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As Origens do Saber**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222 p.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 11. ed. Lisboa: Edições 70, 2007. 152 p.

KLEIN, T.A. da S. **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de Biotecnologia por alunos do Ensino Médio**. 2011. 197 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

LABURÚ, C.E.; BARROS, M.A.; SILVA, O.H.M. da. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 469-487. Bauru, 2011.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40. Campinas, 2005.

OLIVEIRA, J.R.S.de; QUEIROZ, S.L. A Retórica da Linguagem Científica em Atividades Didáticas no Ensino Superior de Química. **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 89-115. Florianópolis, 2011.

OLIVEIRA, M.T.M. **Didática da Biologia**. Lisboa: Universidade Aberta, 1991.

PAULO, I.J.C.de; MOREIRA, M.A. O problema da linguagem e o ensino da mecânica quântica no nível médio. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2. São Paulo, 2011.

PERALES PALACIOS, F.J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 24, n.1, p 13-30. Barcelona, 2006.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **A psicologia da criança**. 6. ed. Difusão Europeia do Livro: São Paulo, 1980. 137 p.

POSSETE, E.E. Ensino de Ciências: o uso de imagens e desenhos científicos nas aulas de ciências. **Cadernos PDE**, 2014.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 856 p.

RECH, André Rodrigo; AGOSTINI, Kayna; OLIVEIRA, Paulo Eugênio; MACHADO, Isabel Cristina. (Orgs). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 524 p.

REJAN, D.C.L.; ARAÚJO, E.J.A.; ANDRADE, M.A.B.S. de. Oficina Desvendando o Corpo Humano: a Educação Não Formal no Ensino de Ciências Morfológicas para estudantes da Educação Básica. **Ciências & Ideias**, v. 8, n. 3, p. 63-82. Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, H.C. da; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M.H.S.; GASTAL, M.L.; CASSIANO, W.S. Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 219-233. Bauru, 2006.

SUZUKI, W.H.P.S.; ZOMPERO, A.de F. O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação. **Góndola**, v. 11, n. 1, p. 100-116. Colômbia, 2016.

VERCEZE, R.M.A.N.; SILVINO, E.F.M. O livro didático e suas implicações na prática do professor nas escolas públicas de Guajará-Mirim. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 4, n. 4, p. 83-102, jan-jun. 2008.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994. 239 p.

_____. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 496 p.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations, **Electronic Journal of Science Education**, v. 11, p. 87-107. 2006.

_____. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science, **Research in Science Education**, v. 40, p. 65-80. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Texto entregue aos estudantes

Leia o texto abaixo com atenção e faça uma ilustração relacionada a ele:

Meu nome é Fritz Müller, sou biólogo formado pela Universidade Bacana do Sul, dono de uma empresa de Consultoria Ambiental. Fui contratado para realizar uma pesquisa na Mata Atlântica sobre síndromes de polinização em uma Unidade de Conservação que está tendo problemas de florada. Durante minha pesquisa encontrei cinco tipos de flores:

1. Flores de coloração branca, odor forte e antese noturna
2. Flores de coloração vermelha, sem odor e antese diurna
3. Flores de coloração amarela, odor forte e antese diurna
4. Flores de coloração verde, odor forte e antese 24h
5. Flores de coloração azul, odor forte e antese diurna

Durante minha pesquisa encontrei os possíveis polinizadores: borboletas, moscas, abelhas, mariposas, aves, besouros e morcegos, porém não avistei em nenhum momento uma polinização acontecendo. Agora preciso voltar à minha base operacional e descobrir qual animal está polinizando cada tipo de flor.